

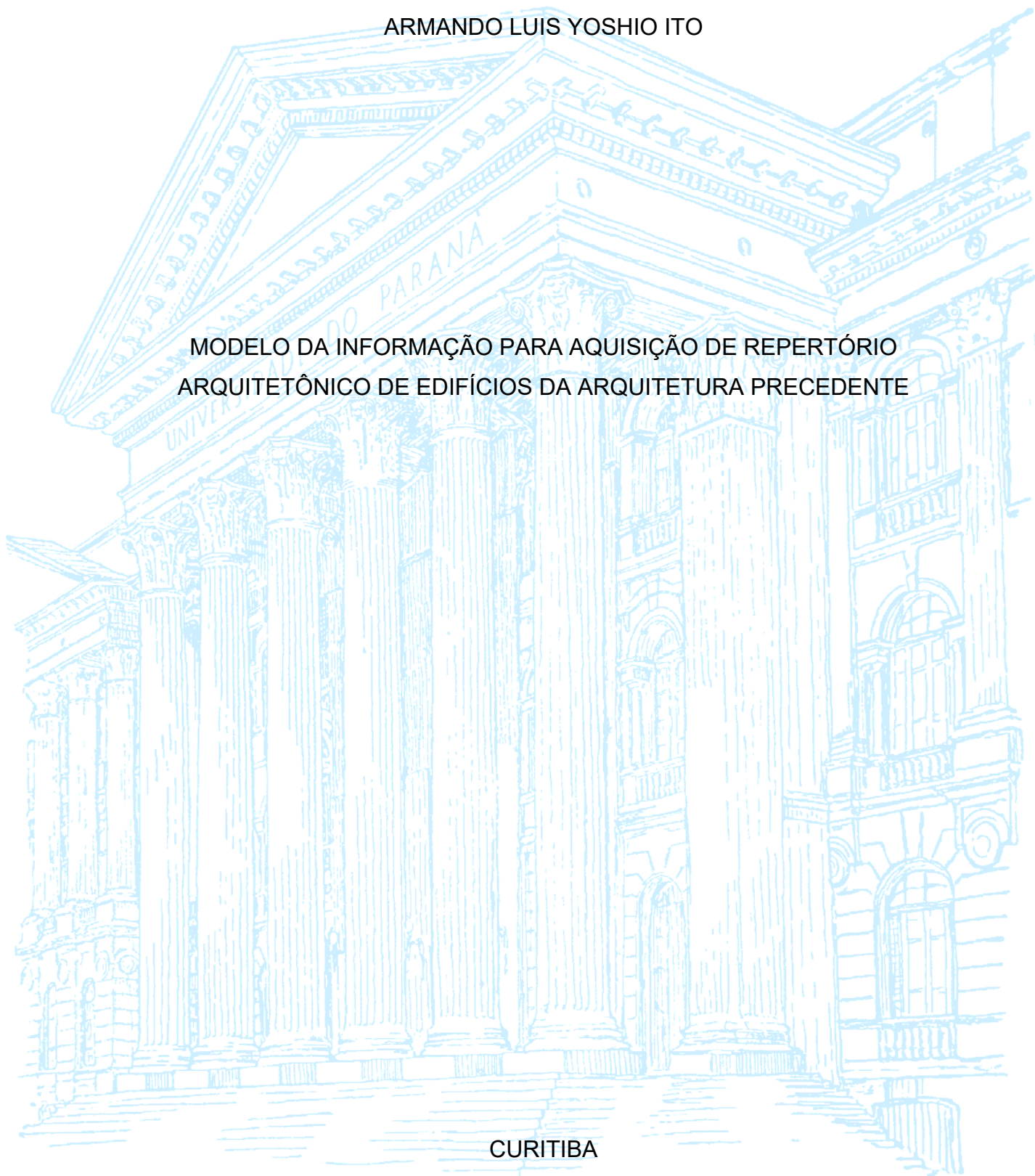
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ARMANDO LUIS YOSHIO ITO

MODELO DA INFORMAÇÃO PARA AQUISIÇÃO DE REPERTÓRIO  
ARQUITETÔNICO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE

CURITIBA

2020



ARMANDO LUIS YOSHIO ITO

MODELO DA INFORMAÇÃO PARA AQUISIÇÃO DE REPERTÓRIO  
ARQUITETÔNICO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, PPGECC. Departamento de Construção Civil, na Área de Concentração Ambiente Construído e Gestão, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Scheer

CURITIBA

2020

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

---

- I89m Ito, Armando Luis Yoshio  
Modelo da informação para aquisição de repertório arquitetônico de edifícios da arquitetura precedente [recurso eletrônico] / Armando Luis Yoshio Ito – Curitiba, 2020.
- Tese - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia,  
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil.
- Orientador: Prof. Dr. Sérgio Scheer
1. Modelagem de informação da construção. 2. Arquitetura – Estudo e ensino. 3. Repertório arquitetônico. I. Universidade Federal do Paraná. II. Scheer, Sérgio. III. Título.

CDD: 690.0285

---

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL - 40001016049P2

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ARMANDO LUIS YOSHIO ITO** intitulada: **Modelo da informação para aquisição do repertório arquitetônico de edifícios da arquitetura precedente**, sob orientação do Prof. Dr. SÉRGIO SCHEER, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 06 de Agosto de 2020.

Assinatura Eletrônica

07/08/2020 13:02:54.0

SÉRGIO SCHEER

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

11/08/2020 11:20:14.0

MÔNICA SANTOS SALGADO

Avaliador Externo ( UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO)

Assinatura Eletrônica

07/08/2020 16:35:20.0

MARIA DO CARMO DUARTE FREITAS

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

10/08/2020 15:34:30.0

MÁRCIO MINTO FABRÍCIO

Avaliador Externo (55001108)

Assinatura Eletrônica

10/08/2020 09:23:19.0

RICARDO MENDES JUNIOR

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA)

Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3110 - E-mail: ppgccc@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 49157

**Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 49157**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Sergio Scheer, pelo seu incentivo e conselhos, por compartilhar sua sabedoria e conhecimentos, pela amizade e por me guiar, ao longo destes anos de doutoramento, à conclusão de mais uma etapa da minha vida.

A todos os professores do PPGECC, PPGEF e PPGCTI, com quem troquei ideias sobre minha pesquisa, que contribuíram e foram importantes para a minha formação.

Aos estudantes do curso de arquitetura da UTFPR, que participaram e contribuíram, de forma voluntária, nos experimentos e permitiram a coleta de dados para a pesquisa.

Aos meus amigos Karina, Rafaela, Thais, Gilson e Rodrigo, professores das disciplinas de projeto, que aceitaram participar e contribuir voluntariamente da pesquisa e abriram suas disciplinas para que os experimentos fossem possíveis.

Aos coordenadores do curso Paulo e Heverson e ao chefe de departamento Marcelo, que incentivaram e apoiaram o meu afastamento das atividades acadêmicas na UTFPR, para que eu pudesse me dedicar aos estudos e concluir o doutorado.

A todos os colegas professores do DEAAU, que supriram a minha ausência no curso.

Aos meus amigos e professores do curso de arquitetura da Universidade Positivo, que contribuíram e compartilharam experiências e conhecimentos valiosos para a minha pesquisa.

Aos meus amigos Diogo, Luciana, Siddhartha, Jussara, Maria da Graça e Gisele, que me ajudaram e apoiaram durante o doutorado.

Aos meus colegas de doutorado Bruno e Marcio, parceiros importantes nos estudos e nas pesquisas.

E por fim, aos meus pais e irmãos, que deram todo o suporte e incentivo sempre que precisei.

A ajuda de todas estas pessoas foi fundamental para que eu conseguisse concluir esse trabalho.

## RESUMO

O ensino de projeto de arquitetura, projeção da arquitetura e estudo de precedentes são temas recorrentes de discussão na academia. Diferente de disciplinas de outras áreas, os professores de projeto de arquitetura tem limitações para transmitir conhecimento codificado para resolver um projeto, enquanto os estudantes encontram dificuldades na concepção do edifício, que exigem repertório e criatividade. Abordagens de ensino que facilitem a transmissão e construção do conhecimento arquitetônico e que promovam maior autonomia na aprendizagem atende melhor às expectativas dessa nova geração de estudantes. A atividade de estudo de precedentes arquitetônicos apoiado em métodos que explicitem o conhecimento embutido nos edifícios e facilitem a formação de repertório arquitetônico do estudante, influencia na criatividade do estudante para a atividade da projeção. O objetivo deste trabalho é analisar as contribuições dos modelos de informação para a aquisição de repertório arquitetônico pelo estudante, a partir de estudo de precedentes arquitetônicos em disciplinas de projeto de arquitetura. Foi desenvolvido um método para estudo de edifícios da arquitetura precedente por meio de Modelos da Informação Arquitetônica, utilizando técnicas da *Design Science Research* (DSR), baseado em modelos e que receberam informações arquitetônicas. Este método foi avaliado por meio de experimentos controlados em ambiente real, com participação de professores e estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo da UTFPR, em Curitiba. Os experimentos permitiram avaliar o método em relação à sua aceitação pelos participantes, sua utilidade, qualidade, eficácia e contribuições para compreensão de aspectos arquitetônicos.

**Palavras-chave:** Estudo da arquitetura precedente. Modelo BIM. Modelo da Informação Arquitetônica. Ensino de projeto de arquitetura. Repertório arquitetônico.

## **ABSTRACT**

Architectural design teaching, architectural design and precedents studies are recurrent theme in discussion in academy. Unlike from other discipline areas, architectural design teachers have limitations to transmit coded knowledge to solve a design, whereas students facing difficulties to conceive building design, that require repertoire and creativity. Teaching approaching that facilitates architectural knowledge construction and transmission and that promote more autonomy on learning meet better to the new generation of student expectation. The activity of studying architectural precedents supported by methods that make explicit the knowledge embedded in the building and facilitate the formation of the student's architectural repertoire, influences his creativity for design activity. The purpose of the present research is to analyze the contributions of information models for the acquisition of architectural repertoire by the student, based on the study of architectural precedents in architectural disciplines. A method was developed to study architectural precedents buildings through Architectural Information Models, using techniques from Design Science Research (DSR), based on models of architectural precedents and which received architectural information. This method was evaluated through controlled experiments in a real environment, with the participation of teachers and students from the UTFPR Architecture and Urbanism course, in Curitiba. The experiments allowed to evaluate the method in relation to its acceptance by the participants, its usefulness, quality, effectiveness, and contributions to the understanding of architectural aspects.

**Keywords:** Architectural precedent study. BIM model. Architectural Information model. Architectural design teaching. Architectural repertoire.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - ETAPAS DE PROGRESSÃO DO PROJETO DE AQUITETURA.....	37
FIGURA 2.2 – FASES E ETAPAS DE PROJETO DE ARQUITETURA SEGUNDO NBR 16636-2.....	40
FIGURA 2.3 – PROCESSO DE PROJETO DE ARQUITETURA NO ENSINO .....	41
FIGURA 2.4 - PROCESSO DE PROJETO DE ARQUITETURA PRATICADO NO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UTFPR.....	41
FIGURA 2.5 -ANÁLISE MORFOLÓGICA.....	46
FIGURA 2.6 – ANÁLISE PELA GRAMÁTICA DA FORMA.....	46
FIGURA 2.7 - RELAÇÃO ENTRE FORMA DA PLANTA E CORTE (CAPELA RONCHAMP – LE CORBUSIER) .....	53
FIGURA 2.8 - MÉTODO PARA ANÁLISE DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE USANDO TÉCNICAS DIGITAIS .....	54
FIGURA 2.9 - CONHECIMENTO ARQUITETÔNICO .....	60
FIGURA 2.10 - FORMAÇÃO DO REPERTÓRIO ARQUITETÔNICO .....	62
FIGURA 2.11 - TIPOS ARQUITETÔNICOS.....	63
FIGURA 2.12 - REPERTÓRIO NA PROJETAÇÃO DE ARQUITETURA .....	64
FIGURA 2.13 - TERMOS RELACIONADOS À MODELAGEM DA INFORMAÇÃO ..	73
FIGURA 3.1 - ESTRUTURA GERAL DA PESQUISA .....	88
FIGURA 3.2 – PROCESSO DA PESQUISA EM DESIGN SCIENCE .....	91
FIGURA 4.1 - MEE-MA NO EXPERIMENTO .....	101
FIGURA 4.2 - PROCESSO DE ANÁLISE DE PRECEDENTES.....	104
FIGURA 4.3 - ESTRUTURA DO MMIA .....	107
FIGURA 4.4 – MODELOS ARQUITETÔNICOS DOS EDIFÍCIOS .....	115
FIGURA 4.5 - INFORMAÇÕES EXTRAÍDAS DO MODELO ARQUITETÔNICO ....	117
FIGURA 4.6 – VISTAS GERAIS DA ESCOLA JARDIM ATALIBA .....	118
FIGURA 4.7 – VISTAS DOS ASPECTOS FUNCIONAIS .....	119
FIGURA 4.8 – VISTAS DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS .....	121
FIGURA 4.9 – VISTAS DOS ASPECTOS TÉCNICOS .....	122
FIGURA 4.10 – VISTA DA IMPLANTAÇÃO.....	123
FIGURA 4.11- ARTEFATOS E MODELOS ARQUITETÔNICOS.....	124



FIGURA 5.1 - DINÂMICA DO EXPERIMENTO.....	133
FIGURA 5.2 - CRONOLOGIA DOS EXPERIMENTOS PARA CADA DISCIPLINA.	136
Figura 5.3 - ALUNOS NO ATELIÊ RESPONDENDO O QUESTIONÁRIO .....	138
FIGURA 5.4 - ATIVIDADE 1-2019-1 .....	141
FIGURA 5.5 - ATIVIDADE 2 - 2019-1 .....	142
FIGURA 5.6 - ATIVIDADE 1 - 2019-2 .....	145
FIGURA 5.7 - ATIVIDADE 2 - 2019-2 .....	146
FIGURA 5.8 - ALUNOS DO GRUPO EXPERIMENTAL NAVEGANDO PELO MODELO ARQUITETÔNICO E RESPONDENDO QUESTIONÁRIO .....	147
FIGURA 6.1 - DELINEAMENTO DA ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS .....	152
FIGURA 6.2 - ORGANIZAÇÃO DOS DADOS COLETADOS.....	157

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 5.1 - PROPORÇÃO DE ESTUDANTES MATRICULADOS E PARTICIPANTES NO EXPERIMENTO .....	129
---	-----

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 - ASPECTOS OBJETIVOS E SUBJETIVOS .....	48
QUADRO 2.2 - QUADRO SÍNTESE DOS ASPECTOS FUNCIONAIS .....	48
QUADRO 2.3 - QUADRO SÍNTESE DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS.....	49
QUADRO 2.4 - QUADRO SÍNTESE DOS ASPECTOS TÉCNICOS.....	50
QUADRO 2.5 - QUADRO SÍNTESE DOS ASPECTOS DA IMPLANTAÇÃO.....	51
QUADRO 2.6 - INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA COMPLEXIDADE DOS EDIFÍCIOS.....	58
QUADRO 2.7 - ÍNDICE DE COMPLEXIDADE DOS EDIFÍCIOS (ICE).....	59
QUADRO 2.8 - ESTRUTURA DA DIMENSÃO DO CONHECIMENTO .....	65
QUADRO 2.9 - ESTRUTURA DO PROCESSO COGNITIVO .....	66
QUADRO 2.10 - DIFERENÇAS ENTRE BIM, AIM E HBIM .....	80
QUADRO 2.11 - TIPOS DE INFORMAÇÕES ARQUITETÔNICAS .....	81
QUADRO 3.1 - MÉTODOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE ARTEFATOS .....	90
QUADRO 3.2 - CLASSES DE PROBLEMAS E ARTEFATOS ENCONTRADOS .....	92
QUADRO 4.1 - MEE-MA E OS ELEMENTOS DA DISCIPLINA DE PROJETO DE ARQUITETURA .....	101
QUADRO 5.1 - PLANO EXPERIMENTAL.....	127
QUADRO 5.2 – DISCIPLINAS DE PROJETO ARQUITETÔNICO NA UTFPR.....	130
QUADRO 5.3 – DESCRIÇÃO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE ESCOLHIDOS.....	134
QUADRO 5.4 – DISTRIBUIÇÃO DE EDIFÍCIOS POR DISCIPLINA A CADA SEMESTRE .....	135
QUADRO 5.5 - SISTEMAS BIM UTILIZADOS .....	149
QUADRO 5.6 - ESTUDANTES PARTICIPANTES DO GRUPO EXPERIMENTAL QUE UTILIZAM OS SISTEMAS BIM .....	149
QUADRO 6.1 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS POR SEMESTRE NOS EXPERIMENTOS.....	151
QUADRO 6.2 - RESULTADOS DA ENTREVISTA GRUPO FOCAL EXPERIMENTO PILOTO 2018-2.....	164
QUADRO 6.3 - RESULTADOS DA ENTREVISTA FOCAL EXPERIMENTO 2019-1 .....	167

QUADRO 6.4 - RESULTADOS DA ENTREVISTA FOCAL EXPERIMENTO 2019-2 .....	168
QUADRO 6.5 – MAGNITUDE DO TAMANHO DE EFEITO .....	180
QUADRO 6.6 - RELAÇÃO TDE X MAGNITUDE 2019-1+2019-2 .....	180
QUADRO 6.7 - QUADRO SÍNTESE E CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES .....	183

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 TABELA DE TAXONOMIA .....	68
TABELA 5.1 - ALUNOS MATRICULADOS EM DISCIPLINAS DE PROJETO ARQUITETÔNICO DURANTE O EXPERIMENTO .....	128
TABELA 5.2 - ESTUDANTES PARTICIPANTES NO EXPERIMENTO.....	132
TABELA 6.1 – DISCIPLINAS, PARTICIPANTES E EDIFÍCIOS DO EXPERIMENTO 2018-2.....	153
TABELA 6.2 - DISCIPLINAS, PARTICIPANTES E EDIFÍCIOS DO EXPERIMENTO 2019-1 .....	154
TABELA 6.3 - DISCIPLINAS, PARTICIPANTES E EDIFÍCIOS DO EXPERIMENTO 2019-2 .....	156
TABELA 6.4 - ATIVIDADE DE ESTUDO DE PRECEDENTES 2019-1+2019-2.....	159
TABELA 6.5 – 2019-1+2019-2 – APRENDIZAGEM A PARTIR DO ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE - COMPARATIVO MÉTODO TRADICIONAL (GC) X MEE-MA (GE) .....	161
TABELA 6.6 – 2018-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS FUNCIONAIS DOS EDIFÍCIOS .....	162
TABELA 6.7 - 2018-2- COMPREENSÃO DOS ASPECTOS TÉCNICOS .....	163
TABELA 6.8 - 2018-2 - COMPREENSÃO DA TOPOGRAFIA.....	163
TABELA 6.9 - 2018-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS .....	164
TABELA 6.10 -2019-1+ 2019-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS FUNCIONAIS DOS EDIFÍCIOS .....	165
TABELA 6.11 - 2019-1+2019-2- COMPREENSÃO DOS ASPECTOS TÉCNICOS	166
TABELA 6.12 - 2019-1+2019-2 - COMPREENSÃO DA IMPLANTAÇÃO .....	166
TABELA 6.13 - 2019-1+2019-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS .....	167
TABELA 6.14 – 2018-2 - USO DE MODELOS ARQUITETÔNICOS PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS .....	169
TABELA 6.15 - 2019-1+2019-2 - USO DE MODELOS ARQUITETÔNICOS PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS .....	170
TABELA 6.16 – 2018-2 - USO DE SISTEMAS BIM PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS .....	171
TABELA 6.17 - 2019-1+2019-2 - USO SISTEMAS BIM PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS .....	172

TABELA 6.18 - TESTE DA NORMALIDADE SHAPIRO-WILKS 2019-1+2019-2 ....	177
TABELA 6.19 - TESTE DE SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA 2019-1+2019-2 .....	179
TABELA 6.20 - TAMANHO DE EFEITO 2019-1+2019-2 DOS RESULTADOS DO GE SOBRE O GC .....	180

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIM	<i>Architectural Information Modeling</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DEAAU	Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo
DSR	<i>Design Science Research</i>
IAB	Instituto dos Arquitetos do Brasil
MEC	Ministério da Educação
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
UP	Universidade Positivo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## **VIVÊNCIA COM A TEMÁTICA**

A minha vivência com o ensino de projeto de arquitetura em cursos de arquitetura e urbanismo, como professor da disciplina, o envolvimento com os processos de concepção, implementação e desenvolvimento de cursos de arquitetura, seja apoiando a coordenação ou integrando o NDE (Núcleo Docente Estruturante) nos cursos da UP (Universidade Positivo), onde trabalhei por 11 anos, e da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), onde trabalho desde 2012, me levaram, ao longo destes anos na academia, a refletir e discutir sobre o curso de arquitetura e urbanismo como um todo e, mais especificamente, sobre os desafios no ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura. Como professor desta disciplina, tive a oportunidade de fazer algumas experiências nas minhas disciplinas, seja nos métodos de ensino de projeto, na quantidade e sistematização de atividades, nos temas de projeto trabalhados, nas orientações e nas avaliações. As experiências foram baseadas em práticas consolidadas em outras escolas, para conhecer diferentes maneiras de abordar o processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura, ou criando diferentes estratégias para enfrentar o desafio do ensino na disciplina de projeto de arquitetura. Em um cenário em que testemunhamos a constante evolução das tecnologias da informação e da comunicação e a nova geração de estudantes, são oportunidades para reavaliarmos o processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura que praticamos.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>24</b>
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO .....	25
1.2	OBJETIVOS .....	29
1.3	HIPÓTESE .....	29
1.4	JUSTIFICATIVAS .....	29
1.5	DELIMITAÇÕES DO OBJETO DE ESTUDO .....	31
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	32
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>34</b>
2.1	CONTEXTO.....	34
2.2	DISCIPLINA DE PROJETO DE ARQUITETURA .....	34
2.2.1	Projeto de arquitetura .....	35
2.2.1.1	Processo do projeto de arquitetura.....	36
2.2.1.2	Processo do projeto em disciplinas de projeto de arquitetura .....	40
2.2.2	Edifício da arquitetura precedente .....	42
2.2.3	Análise dos edifícios da arquitetura precedente .....	45
2.2.3.1	Aspectos funcionais.....	48
2.2.3.2	Aspectos compositivos .....	49
2.2.3.3	Aspectos técnicos.....	50
2.2.3.4	Implantação .....	50
2.2.4	Técnicas de representação para estudo do precedente arquitetônico .....	51
2.2.4.1	Redesenho .....	52
2.2.4.2	Modelos físicos .....	52
2.2.4.3	Diagramas abstratos.....	52
2.2.4.4	Modelos 3D digitais .....	53
2.2.5	Construção digital do edifício.....	55
2.2.6	Índice de complexidade dos edifícios precedentes.....	56
2.3	PRESSUPOSTOS DO ENSINO DE PROJETO DE ARQUITETURA.....	59
2.3.1	Conhecimento arquitetônico .....	59

2.3.2	Repertório arquitetônico .....	61
2.3.2.1	A formação do repertório arquitetônico.....	61
2.3.2.2	Tipos arquitetônicos como repertório.....	63
2.3.2.3	O repertório no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura .. .....	64
2.4	APRENDIZAGEM NO ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE.....	65
2.4.1	Objetivos do estudo de edifícios da arquitetura precedente .....	67
2.4.2	Autonomia .....	69
2.5	O CONTEXTO DO ENSINO E APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE PROJETO DE ARQUITETURA.....	69
2.5.1	O ateliê .....	69
2.5.2	O professor de projeto de arquitetura .....	70
2.5.3	O estudante de projeto de arquitetura .....	72
2.6	MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) .....	72
2.6.1.1	Potencialidade da modelagem BIM na atividade de projeção .....	74
2.6.1.2	Habilidades em BIM e Estágios de adoção de BIM .....	75
2.6.2	<i>Historic Building Information Modelling</i> (HBIM) .....	76
2.6.2.1	Etapas para desenvolvimento de HBIM.....	77
2.6.3	<i>Architectural Information Modeling</i> (AIM) – Modelagem da Informação Arquitetônica.....	79
2.6.4	Modelo da Informação Arquitetônica .....	80
2.7	BIM NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROJETO DE ARQUITETURA.....	82
2.7.1	BIM no ensino no cenário brasileiro.....	84
2.7.2	Estudo de edifícios precedentes com sistemas BIM.....	85
2.8	RESUMO DO CAPÍTULO.....	85
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>87</b>
3.1	CONTEXTO.....	87
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	87
3.3	PROPÓSITO DA PESQUISA .....	87
3.4	DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO .....	88

3.5	ESTRUTURA DA PESQUISA .....	88
3.5.1	<i>Design Science Research</i> .....	89
3.5.1.1	Validade da pesquisa .....	90
3.5.2	Processo da pesquisa em <i>Design Science</i> .....	91
3.5.2.1	Etapa da conscientização do problema .....	91
3.5.2.2	Etapa da sugestão.....	92
3.5.2.3	Etapa de desenvolvimento .....	94
3.5.2.4	Avaliação dos artefatos .....	94
3.5.2.5	Conclusões .....	96
3.5.3	Método para coleta de dados .....	96
3.5.4	Tamanho da amostra.....	98
3.6	RESUMO DO CAPÍTULO.....	99
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DE MODELO E MODELAGEM ARQUITETÔNICA ....</b> .....	<b>100</b>
4.1	CONTEXTO.....	100
4.2	DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE POR MEIO DE MODELOS ARQUITETÔNICOS .....	100
4.2.1	Plano de aulas da disciplina de projeto .....	102
4.2.2	Aula expositiva .....	102
4.2.3	Investigação pelo estudante .....	102
4.2.4	Atividades didáticas na disciplina com o MEE-MA .....	102
4.2.4.1	Aspectos para análise de um edifício .....	103
4.2.4.2	Roteiro para análise de edifício precedente .....	103
4.2.4.3	Medição do aprendizado .....	105
4.2.4.4	Compartilhamento .....	105
4.2.4.5	Discussão .....	105
4.3	MÉTODO PARA MODELAGEM ARQUITETÔNICA.....	105
4.3.1	Conceito da modelagem arquitetônica .....	106
4.3.2	A modelagem arquitetônica .....	106
4.3.3	Detalhamento da fase da pesquisa .....	107
4.3.3.1	Coleta de documentação e/ou geração e aquisição de dados .....	107

4.3.3.2	Estudo arquitetônico .....	108
4.3.3.3	Estudo técnico .....	109
4.3.4	Detalhamento da etapa da modelagem.....	110
4.3.4.1	Estratégias para modelagem .....	110
4.3.4.2	Modelagem inicial .....	112
4.3.4.3	Modelagem complementar .....	113
4.3.5	Apresentação .....	113
4.3.5.1	Criação de informações do edifício.....	113
4.3.5.2	Criação de vistas .....	114
4.4	MODELOS ARQUITETÔNICOS PARA OS EXPERIMENTOS .....	114
4.4.1	Modelo Arquitetônico da escola Jardim Ataliba .....	115
4.4.1.1	Roteiro para análise do Modelo Arquitetônico da escola Jardim Ataliba ....	118
4.5	RESUMO DO CAPÍTULO.....	123
<b>5</b>	<b>PESQUISA EXPERIMENTAL .....</b>	<b>126</b>
5.1	CONTEXTO.....	126
5.2	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E CONSTRUÇÃO DA HIPÓTESE .....	126
5.3	DEFINIÇÃO DO PLANO EXPERIMENTAL .....	127
5.4	DETERMINAÇÃO DOS SUJEITOS.....	128
5.4.1	Estudantes.....	128
5.4.2	Professores .....	129
5.4.3	Disciplinas .....	130
5.4.4	Participantes.....	131
5.4.4.1	Critérios adotados para inclusão e exclusão dos participantes .....	131
5.4.4.2	Número de participantes.....	131
5.4.4.3	Formação de grupos para o experimento.....	132
5.4.4.4	Participação nos procedimentos da pesquisa .....	133
5.5	EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE.....	134
5.6	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	135
5.6.1	Experimento Piloto.....	136
5.6.1.1	Desenvolvimento do Experimento Piloto .....	137

5.6.1.2	Duração do experimento .....	137
5.6.1.3	Avaliação por meio de questionários e entrevistas.....	137
5.6.1.4	Treinamento do Tekla BIMsight.....	138
5.6.1.5	Pontos positivos observados no Experimento Piloto .....	139
5.6.1.6	Limitações observadas no Experimento Piloto .....	139
5.6.2	Experimento 2019-1 .....	140
5.6.2.1	Desenvolvimento do Experimento 2019-1 .....	140
5.6.2.2	Duração do Experimento 2019-1 .....	142
5.6.2.3	Avaliação por meio de questionários e entrevistas.....	142
5.6.2.4	Instruções do Autodesk Revit .....	143
5.6.2.5	Pontos positivos observados no Experimento Piloto .....	143
5.6.2.6	Limitações observadas no Experimento 2019-1 .....	144
5.6.3	Experimento 2019-2 .....	144
5.6.3.1	Desenvolvimento do Experimento 2019-2 .....	145
5.6.3.2	Duração do Experimento 2019-2 .....	147
5.6.3.3	Resposta ao questionário do Experimento 2019-2.....	147
5.6.3.4	Treinamento do Autodesk Revit.....	147
5.6.3.5	Pontos positivos observados no Experimento Piloto .....	148
5.6.3.6	Limitações observadas no Experimento 2019-1 .....	148
5.7	SISTEMAS UTILIZADOS .....	148
5.8	AMBIENTE DO EXPERIMENTO .....	150
5.9	RESUMO DO CAPÍTULO.....	150
<b>6</b>	<b>ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS COLETADOS .....</b>	<b>151</b>
6.1	CONTEXTO.....	151
6.2	APRESENTAÇÃO DESCRITIVA DOS RESULTADOS DA PESQUISA.....	152
6.2.1	Participantes nos experimentos.....	153
6.2.2	Tabulação dos dados .....	157
6.2.3	Descrição e análise dos dados.....	158
6.2.3.1	Atividade do estudo de edifícios da arquitetura precedente nos experimentos .....	158

6.2.3.2	A aprendizagem adquirida por meio do estudo de edifícios da arquitetura precedente.....	161
6.2.3.3	Aspectos arquitetônicos.....	162
6.2.3.4	Modelos Arquitetônicos para estudo de edifícios da arquitetura precedente....	169
6.2.3.5	Sistemas BIM para as atividades de estudo de edifícios da arquitetura precedente.....	171
6.2.4	Interpretação dos dados obtidos nos experimentos .....	172
6.3	ESTATÍSTICA INFERENCIAL (INDUTIVA).....	173
6.3.1	Seleção da amostra.....	174
6.3.2	Teste de hipótese estatística .....	174
6.3.3	Distribuição normal dos dados .....	176
6.3.3.1	Teste Shapiro-Wilks para verificação da distribuição dos dados .....	176
6.3.4	Verificação da significância .....	177
6.3.4.1	Resultados do Teste T e Wilcoxon .....	178
6.3.5	Tamanho de efeito (TDE) .....	179
6.4	ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS COM PROFESSORES.....	181
6.5	APRESENTAÇÃO DAS CONCLUSÕES DOS EXPERIMENTOS.....	182
6.5.1	Análise dos resultados do GE da Atividade 1 na ótica do estudante.....	183
6.5.2	Análise dos resultados do GE na Atividade 2 na ótica do estudante.....	184
6.5.3	Análise do Pré-teste .....	186
6.6	RESUMO DO CAPÍTULO.....	186
<b>7</b>	<b>CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS DO TRABALHO.....</b>	<b>187</b>
7.1	CONTEXTO.....	187
7.2	ESTUDO DA ARQUITETURA PRECEDENTE.....	188
7.2.1	Análise dos edifícios da arquitetura precedente .....	188
7.3	CLASSE DE PROBLEMA “ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROJETO DE ARQUITETURA”.....	190
7.4	RESUMO DO CAPÍTULO.....	191
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>191</b>
8.1	CONTEXTO.....	191
8.2	VALIDAÇÃO DA HIPÓTESE DA PESQUISA EXPERIMENTAL .....	191

8.3	CONFIRMAÇÃO DOS OBJETIVOS DA PESQUISA.....	192
8.3.1	AVALIAÇÃO DOS ARTEFATOS .....	192
8.4	RESULTADOS .....	195
8.4.1	MÉTODO PARA CRIAÇÃO DO MODELO DA INFORMAÇÃO ARQUITETÔNICA (MMIA) .....	195
8.4.2	RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS COM MODELOS ARQUITETÔNICOS (MA).....	195
8.5	LIMITAÇÕES E DIFICULDADES .....	196
8.6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	197
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>199</b>
	<b>APÊNDICE I – PESQUISA EXPLORATÓRIA - RESULTADO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL).....</b>	<b>212</b>
	<b>APÊNDICE II – PESQUISA EXPLORATÓRIA - RESULTADOS ENTREVISTAS COM ESTUDANTES E PROFESSORES .....</b>	<b>214</b>
	<b>APÊNDICE III – PESQUISA EXPLORATÓRIA – ESTUDO DE PRECEDENTES EM ESCOLAS DE ARQUITETURA EM OUTROS PAÍSES .....</b>	<b>218</b>
	<b>APÊNDICE IV– PROTOCOLO PARA ATIVIDADE 1 – AULA EXPOSITIVA .....</b>	<b>220</b>
	<b>APÊNDICE V – PROTOCOLO PARA ATIVIDADE 2 – INVESTIGAÇÃO PELO ESTUDANTE .....</b>	<b>221</b>
	<b>APÊNDICE VI – QUESTIONÁRIO 1 .....</b>	<b>222</b>
	<b>APÊNDICE VII – QUESTIONÁRIO 2 .....</b>	<b>224</b>
	<b>APÊNDICE VIII –PROFESSORES PARTICIPANTES.....</b>	<b>226</b>
	<b>APÊNDICE IX – ENVOLVIMENTO DOS PROFESSORES PARTICIPANTES NO CURSO .....</b>	<b>227</b>
	<b>APÊNDICE X – ATIVIDADES DE ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE (MÉDIA) .....</b>	<b>218</b>
	<b>APÊNDICE XI – ATIVIDADES DE ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE POR DISCIPLINA .....</b>	<b>219</b>
	<b>APÊNDICE XII – APRENDIZAGEM A PARTIR DO ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE (MÉDIA) .....</b>	<b>220</b>
	<b>APÊNDICE XIII – APRENDIZAGEM A PARTIR DO ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE POR DISCIPLINA .....</b>	<b>221</b>

APÊNDICE XIV – ÍNDICE DE COMPLEXIDADE DOS EDIFÍCIOS .....	222
APÊNDICE XV–2018-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS FUNCIONAIS DOS EDIFÍCIOS .....	223
APÊNDICE XVI–2018-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS TÉCNICOS DOS EDIFÍCIOS .....	224
APÊNDICE XVII–2018-2 - COMPREENSÃO DA IMPLANTAÇÃO E CONDICIONANTES .....	225
APÊNDICE XVIII – 2018-2 - ASPECTOS COMPOSITIVOS .....	226
APÊNDICE XIX – 2019-1 E 2019-2 - COMPREENSÃO ASPECTOS FUNCIONAIS .....	227
APÊNDICE XX – 2019-1 E 2019-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS TÉCNICOS .....	230
APÊNDICE XXI – 2019-1 E 2019-2 - COMPREENSÃO DA IMPLANTAÇÃO E CONDICIONANTES.....	233
APÊNDICE XXII – 2019-1 E 2019-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS .....	235
APÊNDICE XXIII – RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO DOS PROFESSORES PARTICIPANTES DO GRUPO EXPERIMENTAL .....	238
IAPÊNDICE XXIV – TESES E DISSERTAÇÕES DESENVOLVIDAS SOBRE BIM NO ENSINO SUPERIOR NO BRASIL.....	240
APÊNDICE XXV – PROTOCOLO DA PESQUISA EXPERIMENTAL .....	243
ANEXO I – MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UTFPR .....	251
ANEXO II – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UTFPR .....	252



## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de projeto de arquitetura e a atividade de projeção da arquitetura e o estudo de edifícios da arquitetura precedente são difíceis de serem representados, explicitados, codificados, reproduzidos, aperfeiçoados e transmitidos (SILVA, 1998; CASTELLS, 2012; DE VASCONSELOS; SPERLING, 2017).

Os desafios no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura tem origem na natureza da projeção da arquitetura, por ser uma atividade subjetiva, intuitiva e ideológica (SILVA, 1986), que exige do estudante habilidades específicas intransferíveis como criatividade, percepção espacial, capacidade de abstração (DEL RIO, 1998) e de materialização de uma ideia (ROZESTRATEN, 2004).

Os estudantes também podem enfrentar dificuldade na formação de um repertório arquitetônico mais amplo, que forneça soluções e conduzam à concepção de propostas de edifícios originais (COMAS, 1985). Para que o estudante adquira repertório, Mahfuz (1986) defende o estudo de precedentes arquitetônicos e trabalho no ateliê como estratégias para a transmissão de conhecimento.

Os estudantes da atualidade, denominados de “Geração Digital” por Veen e Vrakking (2009), é a geração conectada, fala a linguagem digital dos computadores e da internet, tem facilidade para adquirir informações, pesquisar e achar respostas para os problemas de uma forma rápida. São impacientes com métodos tradicionais de aulas expositivas e desejam mais interação e autonomia no aprendizado (VEEN; VRAKING, 2009). Para os estudantes nos cursos de arquitetura, as tecnologias digitais são uma realidade, como a modelagem tridimensional digital, imagens foto realísticas, realidade virtual, impressão 3D, BIM (*Building Information Modeling*), entre outras.

Neste cenário, há margem para discussão e inclusão de novas experiências no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura nesta pesquisa, como a integração de BIM e estudo de edifícios da arquitetura. Pela complexidade da temática, este trabalho não tem intenção de transformar a disciplina de projeto de arquitetura, mas apresentar uma experiência para o estudo de edifícios da arquitetura precedente com apoio de modelos BIM, nas disciplinas de projeto de arquitetura do curso de arquitetura da UTFPR. Como se trata de um problema real no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura, o método adotado é a *Design Science*

*Research* (DSR) para a proposição, construção e avaliação de um artefato para resolver o problema.

## 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

As dificuldades do ensino de projeto de arquitetura, ou crise, como denomina Silva (1986), tem origem na didática em disciplinas de projeto de arquitetura, que não acompanharam a evolução do pensamento arquitetônico contemporâneo e sua produção. As teorias modernistas tiveram grande parcela de culpa por esta crise do ensino de projeto no Brasil, por não incentivar a crítica ao projeto e à obra arquitetônica e por entender que a arquitetura era o resultado da genialidade criativa do arquiteto (COMAS, 1986a), limitando e desvirtuando o papel do projeto como instrumento de investigação da arquitetura Oliveira (1986). Enfim a doutrina modernista não contribuiu para criação de teoria da projeção arquitetônica Silva (1986).

Havia também a ideia disseminada pelos modernistas de que arquitetura não pode ser ensinada, um argumento que encontra oposição de Oliveira (1986) e que, segundo Silva (1986), é um pretexto para os procedimentos metodológicos de ensino ultrapassados e ineficientes. Uma confissão de que essa área do conhecimento não é ensinável pelos professores, mesmo os estudantes querendo aprender.

As tentativas de criação de métodos para ensino de projeção de arquitetura no anos 1960, segundo Mahfuz (1986), esbarravam na existência deste vínculo entre ideologia arquitetônica e ensino de arquitetura, como ocorreu com o exemplo da arquitetura funcionalista, vinculada ao modelo de ensino proposto pela Bauhaus. A escola de Bauhaus incentivava a originalidade no processo criativo, mas ignorava edifícios históricos da arquitetura precedente no trabalho de ateliê e desconsiderava o contexto Mahfuz (1986).

Nos anos 1980, as formas e conteúdo dos ideais modernista mudaram para professores e estudantes, influenciados por referências estrangeiras, cujas soluções funcionais e formais são mais elaboradas e preencheram o vazio formal herdado da arquitetura funcionalista Martinez (1986) mas, não havia uma teoria de ensino doutrinária de projeto arquitetônico praticada para a arquitetura contemporânea (COMAS, 1986a). Com os ideais modernistas em esquecimento, Oliveira (1986) distingue duas abordagens de ensino contraditórias praticadas em escolas de arquitetura no Brasil. Na primeira, a concepção arquitetônica é resultado da

interpretação de dados, onde o foco é o método, o processo e não o projeto, que fica relegado como um subproduto da disciplina. Na outra, a arquitetura é resultado da genialidade e originalidade criativa do arquiteto, impossível de ser transmitida e discutida criticamente. Em ambas se reproduz a imitação arbitrária de edifícios da arquitetura precedente e fora de contexto, negando a existência de conhecimento arquitetônico codificável e transferível Comas (1986a).

Outra estratégia projetual praticada pelos estudantes e arquitetos na atualidade é definida por Mahfuz (2013) como “conceitualismo” e “digitalismo”. Os simpatizantes desta abordagem não partem de referências, mas iniciam do zero a cada novo projeto, acarretando perda de tempo e de energia pessoal, além de danos culturais e ambientais, indicando que a crise no ensino e na prática de arquitetura permanece.

Apesar das tentativas de se criar métodos de ensino de projeto ao longo das últimas décadas no Brasil para resolver essa crise, não houve um consenso, e os problemas continuam sendo um só: a negação de edifícios da arquitetura precedente e seus conhecimentos arquitetônicos. Uma mudança do *status quo* do ensino do projeto arquitetônico só acontecerá com o auxílio do conhecimento codificável e transferível de edifícios da arquitetura precedente que fundamente a atividade projetual de forma implícita e discreta Silva (1986). E a disciplina projetual é a fonte de aquisição de repertório acumulado na história da arquitetura Mahfuz (2004).

Um professor desta disciplina, ao contrário dos de outras áreas, não detém conhecimento codificado, como fórmulas, que possa ser transmitido para resolver problemas arquitetônicos (MAHFUZ, 2009, p.1). A disciplina de projeto de arquitetura acaba se caracterizando, conseqüentemente, como aulas de exercícios de criatividade, não codificável ou ensinável, para aperfeiçoar habilidades preexistentes, que favorecem estudantes com talento ou vocação e normalmente autossuficientes, mas não àqueles que não se enquadram nessa categoria, para os quais projeto é uma caixa preta, e que necessitam de ensinamentos projetuais Silva (1986).

A criatividade é um componente importante, assim como a intuição, mas a projeção arquitetônica envolve técnicas e rotinas instrumentais, que tem origem na experiência acumulada e que são codificáveis e transmissíveis em uma abordagem teórica Silva (1986) e não da genialidade do arquiteto Comas (1986a). Logo, o projeto de um edifício não é resultado do acaso criativo, mas do esforço racional, que implica em conhecimento organizado para solucionar determinado problema Silva (1986), da

atividade cognitiva e da capacidade de síntese, abstração e representação do arquiteto (DEL RIO, 1998).

Resumindo, segundo concepção de Mahfuz (2009), o ensino de projeto envolve a criação e proposição de exercícios para desenvolver nos estudantes a habilidade para projetar e resolver problemas. O professor subsidia os estudantes com casos de referência, que fornecem aspectos formais/organizacionais e técnico-construtivos, e que formam a base para o desenvolvimento do estudante. O estudante aprende pela aplicação, nos próprios projetos, das lições aprendidas nos casos de referência, através de muitas repetições e tentativas ao longo do curso.

Como visto, o processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura é desafiador e complexo e pesquisas sobre a temática são recorrentes como as publicadas na literatura por Comas (1986), Mahfuz (1986), Silva (1986), Oliveira (1986), Piñon (2006), Del Rio (2010), Kowaltowski et al. (2015), entre outros. No entanto, há um novo componente a ser considerado neste processo, a consolidação das tecnologias da informação aplicada a projetos de edificações, que criam novos desafios pedagógicos Pérez; Pons (2015) ou oportunidades.

Dentre estas tecnologias, com destaque para BIM (*Building Information Modeling*), ou Modelagem da Informação da Construção, com capacidade para criar modelos de informação do edifício para visualização, análises, verificações, simulações, entre outros NIBS (2017). Nos modelos de informação, os componentes que constituem a construção são representações digitais inteligentes com semântica, associados a atributos gráficos e regras paramétricas (EASTMAN et al., 2011).

Mandhar e Mandhar (2013) e Becerik-Gerber et al. (2011) defendem integrar BIM ao ambiente de ateliê de projeto para usufruir dos muitos dos seus benefícios em disciplinas projetuais e não limitado ao ensino da modelagem 3D em disciplinas específicas, por exemplo. Nesta ideia, desde que os professores tenham conhecimento do seu potencial e que o Curso ofereça espaço no currículo, BIM pode ser mais bem explorado no processo de ensino-aprendizagem em disciplinas de projeto de arquitetura.

E por fim, existem outros fatores que contribuem para a crise no ensino da projeção e queixa frequente, são abordagens didáticas em sala, que não se adequam à nova geração de estudantes (SAGLAM, 2012), e os professores, que não exploram novas abordagens para estimular e facilitar o aprendizado Bransford et al. (2007). Os procedimentos didáticos adotados pelos professores para o ensino de

projeto aos estudantes se resumem a orientações individuais, no modelo confessional Comas (1986a). É uma estratégia que não promove a autonomia dos estudantes para projeção e resolução de problemas (COMAS, 1986b).

O MEC e o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) definem diretrizes e regulamentam cursos de arquitetura, para a formação do arquiteto generalista. Mas relacionando alguns entendimentos destes órgãos, com os objetivos deste trabalho, podem ser destacados o que se segue:

- a) Dentre as competência e habilidades exigidas na formação do arquiteto nas Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação de Arquitetura e Urbanismo homologadas pelo MEC Ministério da Educação (MEC) - Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CNE/CES) (2010): concepção de projeto de arquitetura, conhecimentos da teoria e história da arquitetura e conhecimento de instrumentos de informática.
- b) O CAU, na resolução nº 51, de 2013, define ensino como “produção de conhecimentos de maneira sistemática, formal e institucionalizada, com vistas à formação acadêmica” e Projeto arquitetônico como uma “atividade técnica de criação pelo qual é concebida uma obra de arquitetura”.

Cabe citar também uma carta que a UNESCO/UIA (2011) endereçou às escolas de arquitetura do mundo todo, com uma série de orientações para a formação teórica e prática dos futuros arquitetos. Entre os destaques, relacionados com objetivos desta pesquisa, podem ser citados: “aptidão dos estudantes para conceber, desenhar, compreender e executar o ato de edificar”, “aquisição de competências para atuar com conhecimento dos edifícios históricos e culturais da arquitetura precedente local e mundial”, “conhecimento de antecedentes em disciplina de projeto e de teoria e crítica da arquitetura”.

O estudo de edifícios da arquitetura precedente no processo de ensino-aprendizagem, em disciplinas de projeto, é uma forma para a aquisição de repertório arquitetônico, fundamental para a concepção de novos projetos. Os modelos de informação da construção, criados por processos BIM, simulam digitalmente os componentes dos edifícios. Dentro deste contexto, este trabalho pretende responder ao seguinte problema de pesquisa: *Como modelos de informação arquitetônica podem contribuir para a aquisição de repertório arquitetônico?*

Não se propõe a avaliar a complexidade das etapas de concepção e desenvolvimento da projeção ou resolver as dificuldades do processo de ensino-aprendizagem de projeto ou reformular a disciplina de projeto de arquitetura, limitando-se ao estudo de edifícios da arquitetura precedente para a aquisição de repertório arquitetônico.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo desta tese é analisar as contribuições dos modelos de informação para a aquisição de repertório arquitetônico a partir do estudo de edifícios da arquitetura precedente em disciplinas de Projeto de Arquitetura.

Objetivos específicos:

- a) Propor um método para estudo de edifícios da arquitetura precedente baseado em modelos de informação da arquitetura.
- b) Propor um método para modelagem de informações de edifícios da arquitetura precedente.
- c) Realizar experimentos controlados para validar o método para estudo de edifícios da arquitetura precedente proposto.

## 1.3 HIPÓTESE

Para responder ao problema da pesquisa, foi formulada a hipótese, a ser respondida após análise dos dados da pesquisa experimental:

“O uso de um método para estudo de edifícios da arquitetura precedente, baseado em modelos de informação e aplicado em disciplinas de projeto de arquitetura, possibilita a aquisição de repertório arquitetônico.”

## 1.4 JUSTIFICATIVAS

A disciplina de projeto de arquitetura, segundo Mahfuz (2009), é a mais importante do curso de arquitetura, onde se realiza a síntese de todos os

conhecimentos necessários ao projeto de edificações Mahfuz (2009). É também a disciplina mais desafiadora, pelo seu processo de ensino-aprendizagem não objetivar apenas a obtenção de habilidades técnicas, mas por demandar muito o embasamento teórico para a prática do fazer arquitetura Czajkowski (1986).

Comas (1985) defende que o ensino de projeto de arquitetura não deva se limitar à aplicação de conhecimentos explícitos, mas incentivar o estudante a adquirir conhecimentos não codificados, que vão ajudar na formação do seu repertório arquitetônico. A disciplina deve ser fonte de aquisição de repertório e não apenas onde conhecimento de outras se aplicam (SILVA, 1986).

A formação do repertório vem dos edifícios da arquitetura precedente (MAHFUZ, 2009), por meio da explicitação dos conhecimentos formados ao longo da história da arquitetura e pela escolha correta de edifícios de referências, para seu estudo, à realidade atual (COMAS, 1985).

Conhecimentos dos edifícios da arquitetura precedente podem ser explicitados por meio de modelos digitais de edifícios, construídos por meio de sistemas BIM, que podem ser repositórios do conhecimento de arquitetura (KENSEK; NOBLE, 2014).

Tecnologias, como os sistemas BIM, promovem possibilidades de estratégias didáticas para o processo de ensino-aprendizagem (PÉREZ; PONS, 2015), que podem ser empregadas nas experiências educacionais de professores e estudantes Dede (2008). Em um momento em que os estudantes da geração digital exigem nova abordagem e métodos de ensino, para que consigam manter a atenção e motivação na escola (VEEN; VRAKKING, 2009), este trabalho propõe a aplicação de sistemas e modelos BIM em disciplinas de projeto de arquitetura, sem a necessidade de alterações no currículo ou plano de aulas que, segundo Adams Becker et al., (2017), é um método que pode ser enquadrado como uma Tecnologia Educacional.

A originalidade desta pesquisa está na proposta de um método para estudo de edifícios da arquitetura precedente a partir de modelos de informações arquitetônicas, nas disciplinas de projeto de arquitetura, para aquisição de repertório. Segundo pesquisa exploratória, detalhada no APÊNDICE I, existem trabalhos relacionados a estudo de edifícios da arquitetura precedente, mas nenhuma utiliza sistemas BIM para a modelagem de informações arquitetônicas e poucas relacionam o estudo de edifícios da arquitetura precedente com o ensino de projeto. Em outra pesquisa exploratória realizada com professores e estudantes (APÊNDICE II),

estudantes que fizeram intercâmbio em escolas de arquitetura de outros países (APÊNDICE III) e levantamento realizado em dissertações e teses relacionadas a BIM e ensino em cursos de arquitetura produzidas no Brasil (APÊNDICE XXIV), há uma lacuna a ser preenchida nesta temática.

Além do método para estudo de edifícios da arquitetura precedente, foi criado um método para modelagem da informação arquitetônica de edifícios da arquitetura precedente, baseado em modelos BIM. Este método se apropria de alguns conceitos do HBIM (*Historic Building Information Modeling*), cujo processo combina superfícies geradas a partir nuvem de pontos escaneados no campo e elementos paramétricos e ricos de informação do edifício, modelados em sistemas BIM, para representação de todo o edifício histórico. O HBIM tem como principal objetivo apoiar a conservação e gerenciamento de edifícios do patrimônio histórico (MURPHY et al., 2009).

Existem pesquisas e métodos para a investigação de edifícios da arquitetura precedente, como os redesenhos propostos por Mahfuz (2013) ou modelos físicos, defendidos por Ramos et. al (2016). Ambos os métodos para fins de investigação de edifícios da arquitetura precedente e aquisição de conhecimento.

A relevância desta tese é a contribuição às disciplinas de projeto de arquitetura, à aquisição de repertório arquitetônico e à aplicação de BIM como instrumento de apoio ao ensino.

## 1.5 DELIMITAÇÕES DO OBJETO DE ESTUDO

Este trabalho não esgota o tema abordado, mas apresenta contribuições para outras pesquisas que eventualmente possam ser realizadas. A sua complexidade exigiu algumas delimitações, como:

- a) O ponto central de interesse nesta tese é a aquisição de repertório arquitetônico pelo estudante, por meio do estudo de edifícios da arquitetura precedente, limitando a aplicabilidades de seus resultados para outras disciplinas.
- b) Os artefatos desenvolvidos foram testados pelos estudantes, o público-alvo desta pesquisa. O papel principal do professor foi a de contribuir na definição, construção, aplicação e percepção sobre o comportamento dos



artefatos em contexto real de aula e de informar a sua percepção em relação aos artefatos.

- c) Este trabalho não pretende contribuir ou reformular o currículo de curso de Arquitetura e Urbanismo ou mesmo da disciplina de projeto de arquitetura.
- d) Este trabalho não pretende ensinar sistemas e nem abordar processos e políticas BIM, mas usar os recursos dos sistemas BIM para construir e visualizar modelos de informação arquitetônicas de edifícios e aplicar no método de estudo de edifícios da arquitetura precedente proposto.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A tese está estruturada conforme detalhada a seguir:

- a) Capítulo 1: introdução à temática de estudo, a problematização, formulação de hipótese da pesquisa, os objetivos do trabalho, justificativas e delimitações do objeto de estudo.
- b) Capítulo 2: referencial teórico abordando disciplina de projeto de arquitetura, edifício da arquitetura precedente, pressupostos do ensino de projeto, aprendizagem, descrição do contexto do ensino-aprendizagem da disciplina de projeto de arquitetura, modelagem da informação da construção (BIM) e BIM no processo de ensino-aprendizagem de arquitetura.
- c) Capítulo 3: apresentação dos procedimentos metodológicos para o desenvolvimento da pesquisa.
- d) Capítulo 4: proposição e desenvolvimento do Método para Estudo de Edifícios da arquitetura precedente por meio de Modelos de Informação Arquitetônica (MEE-MA) para aquisição de repertório arquitetônico a partir de modelos de informação.
- e) Capítulo 5: detalhamento da pesquisa experimental para aplicar o MEE-MA em ambiente real.

- f) Capítulo 6: Análise e interpretação dos dados coletados durante o desenvolvimento das pesquisas.
- g) Capítulo 7: Contribuições teóricas do MEE-MA.
- h) Capítulo 8: Expõe as conclusões após análise dos dados coletados, as limitações do trabalhos e sugestões para trabalhos futuros.
- i) Apêndices: são apresentados dados completos coletados e outros documentos produzidos ao longo do trabalho.
- j) Anexos: documentos externos

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CONTEXTO

O Capítulo 1 apresentou a caracterização do problema de pesquisa e justificativas que conduziram à escolha do tema e apresentação dos objetivos, hipótese formulada, delimitações do objeto de estudo e a estrutura desta tese.

O Capítulo 2 discutirá os conceitos relacionados à disciplina de projeto de arquitetura, pressupostos do ensino de projeto de arquitetura, a aprendizagem pelo estudo de edifícios da arquitetura precedente, o contexto do ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura e modelagem da informação da construção.

### 2.2 DISCIPLINA DE PROJETO DE ARQUITETURA

A disciplina de Projeto de Arquitetura se enquadra no Núcleo de Conhecimentos Profissionais da Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Conselho Nacional de Educação (CNE). Câmara de Educação Superior (CES), 2010, p.2), que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Arquitetura e Urbanismo. Segundo esta resolução, os egressos devem adquirir, na sua formação, diversas competências e habilidades, entre as quais, é destacada a relacionada às disciplinas de projeto:

as habilidades necessárias para conceber projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo e para realizar construções, considerando os fatores de custo, de durabilidade, de manutenção e de especificações, bem como os regulamentos legais, de modo a satisfazer as exigências culturais, econômicas, estéticas, técnicas, ambientais e de acessibilidade dos usuários. (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Conselho Nacional de Educação (CNE). Câmara de Educação Superior (CES), 2010, p.2)

Há uma proposta em andamento para revisão das DCN para os cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo, conforme deliberação nº 077/2019 do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU) - Comissão de Ensino e Formação (CEF), 2019, p.5). Nesta proposta há uma ligeira diferença em relação à versão de 2010 da DCN, destacando “ações pedagógicas” para o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e competências para conceber projetos. O que

significa que, além das habilidades e competências, o estudante deve construir o seu conhecimento para a concepção de um projeto de arquitetura.

A disciplina de projeto de arquitetura deve desenvolver ao estudante, segundo Silva (1998), habilidades que o capacitem a estudar e interpretar a arquitetura, segundo suas características morfológicas ou das relações com o ambiente natural e meio sociocultural que se insere, em vez de prover um número sem fim de conteúdos que ficarão obsoletos com o tempo e de utilidade improvável no futuro.

Portanto, na disciplina de projeto, o estudante deve desenvolver habilidades para compreender os significados da arquitetura edificada e idealizar novos projetos de arquitetura que satisfaçam a um conjunto de exigências e requisitos, sejam legais ou dos usuários.

Cada curso deve elaborar o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), onde além de definir a concepção do curso, detalha o currículo e as ementas das disciplinas, atendendo às DCN, apresentada nesta resolução e observando as diretrizes do Projeto Pedagógico Institucional (PPI).

### 2.2.1 Projeto de arquitetura

O projeto de arquitetura ou projeto arquitetônico, quando relacionado à prática de elaboração de projetos de arquitetura para a construção de edificações, tem as seguintes definições no Brasil, segundo a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA), o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU) e NBR 16636:

- a. “Projeto significa, genericamente, intento, desígnio, empreendimento e, em acepção, um conjunto de ações, caracterizadas e quantificadas, necessárias à concretização de um objetivo” Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA) (1992)
- b. Projeto de arquitetura é uma atividade técnica que cria uma obra de arquitetura a partir de escolhas entre uma diversidade de possibilidades compositivas, e da articulação entre as múltiplas variáveis (CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL (CAU) - Colegiado Permanente das Entidades Nacionais de Arquitetura e Urbanismo (CEAU), 2013).

- c. “Representação do conjunto dos elementos conceituais, concebido, desenvolvido e elaborada por profissional habilitado, necessária à materialização de uma ideia arquitetônica, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis, lei, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017a, p.11).

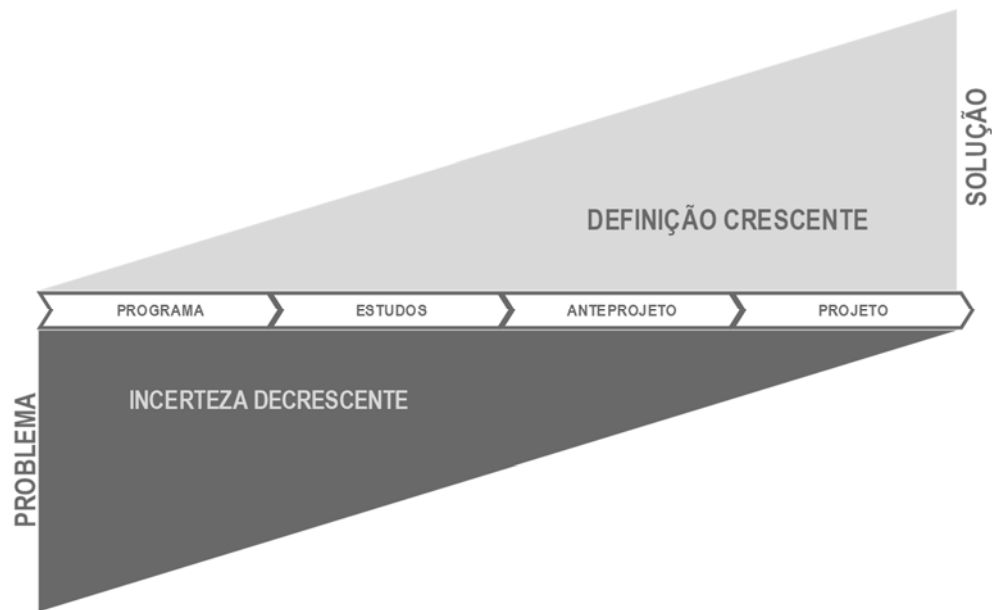
Silva (1998, p. 39), por sua vez, define projeto arquitetônico como “proposta de solução para um particular problema de organização do entorno humano, através de uma determinada forma construível, bem como a descrição dessa forma e as prescrições para sua execução”.

#### 2.2.1.1 Processo do projeto de arquitetura

O processo de projeto é representado por uma progressão, onde a etapa inicial desenvolve-se num contexto cercado de dúvidas e, à medida em que gradativamente as incertezas decrescem pelo acréscimo de definições, chega-se à proposta definitiva, como ilustrada na FIGURA 2.1 Silva (1998). Esse processo, composto de etapas consecutivas, não tem desenvolvimento linear e exige análise, avaliação, síntese e tomada de decisão constante (AKSAMIJA; IORDANOVA, 2010). Muitas destas atividades acontecem simultaneamente, à medida em que as decisões projetuais se aprofundam a cada etapa, até a materialização do projeto Instituto de Arquitetos do Brasil (2013).

O processo de projetos, segundo Comas (1985), é alimentado por fenômenos não codificáveis como a criatividade, inspiração, talento ou intuição, somados a conhecimentos explícitos, como técnicas e rotinas instrumentais, que podem ser transmitidos por meio de uma abordagem teórica para a resolução do problema arquitetônico.

FIGURA 2.1 - ETAPAS DE PROGRESSÃO DO PROJETO DE AQUITETURA



FONTE: Adaptado de Silva (1998)

Castells (2012) divide o processo de projeto de arquitetura em duas categorias, segundo uma maior ou menor possibilidade de visualizar o seu processo. Na primeira, o modelo da caixa preta, é o mais tradicional, onde a visualização da idealização durante o ato projetual é impossível de ser realizada, por ser um momento individual, intransferível e de difícil representação. Na outra, o modelo da caixa de cristal, onde defensores afirmam que é possível explicitar o que acontece dentro da mente do arquiteto durante o ato projetual, no processo criativo. Na realidade, esse modelo é mais aplicável em problemas de planejamento e desenho urbano, cujos trabalhos são executados coletivamente.

Silva (1998, p. 80), por sua vez, define o processo de projeto como uma ação de aproximações, tentativas, proposições, avaliações e ajustes sucessivos, que conduza a uma solução satisfatória aos requisitos formais e programáticos estabelecidos, ao longo de “três estágios principais e diferenciados, mas que caracterizam os momentos mais importantes da atividade de projeção: estudos preliminares, anteprojeto e projeto definitivo”.

- a. Estudos Preliminares: nesta etapa são avaliados a solução ao problema, a viabilidade do programa e partido<sup>1</sup> a ser adotado, ainda em um estágio embrionário, sem pormenorizações e representada de uma forma simplificada e sintética, considerando o pré-dimensionamento da edificação e as suas interações com as características do terreno e do seu contexto Silva (1998).
- b. Anteprojeto: após a etapa de estudo preliminar, é iniciada a do anteprojeto, que representa de um forma mais precisa, mas ainda sem alguns pormenores, a resposta ao problema colocado, contemplando a solução do partido arquitetônico, a concepção da estrutura e das instalações, para um claro entendimento da edificação a ser construída e a aprovação da proposta projetual Silva (1998).
- c. Projeto definitivo ou executivo: representa a solução final do problema a ser resolvido, de “forma clara, precisa e completa”, contemplada de desenhos com informações, textos e instruções para execução da obra Silva (1998).

Na abordagem como atividade técnica para a produção do projeto, o processo de projeto de arquitetura é organizado em etapas não autônomas, que formarão o seu todo (CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL (CAU) - Colegiado Permanente das Entidades Nacionais de Arquitetura e Urbanismo (CEAU), (2013) e detalhada na NBR 16636-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017b, p. 5), como um processo de desenvolvimento evolutivo, separado em duas fases que, por sua vez, se dividem em etapas interrelacionadas (FIGURA 2.2), elencadas e reproduzidas a seguir:

- a. Fase 1 – Atividades preparatórias: fase que precede a elaboração do projeto, executada pelo cliente ou profissional contratado, tem como objetivo a obtenção de informações e produção de subsídios para a definição das

---

<sup>1</sup> “Partido, na arquitetura é o nome que se dá à consequência formal de uma série de determinantes, tais como o programa do edifício, a conformação topográfica do terreno, a orientação, o sistema estrutural adotado, as condições locais, a verba disponível, as condições das posturas que regulamentam as construções, e principalmente, a intenção plástica do arquiteto” Silva (1998)

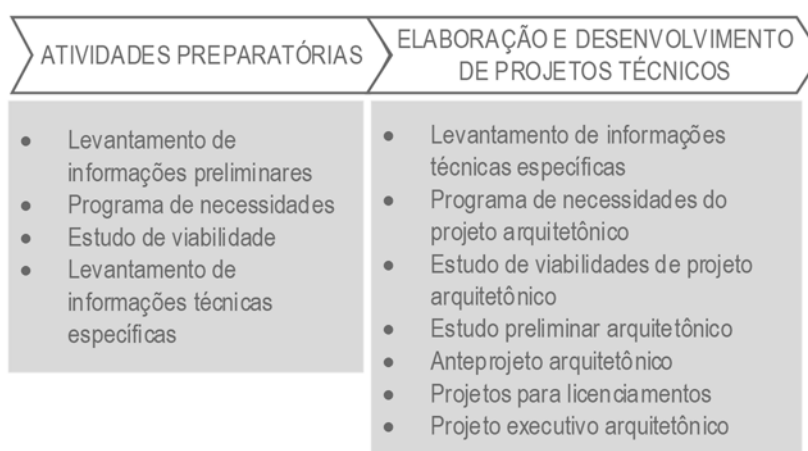
características e requisitos do empreendimento a ser construído. É formada pelas etapas:

- i. Levantamento de informações preliminares: levantamento de informações preexistentes para apoiar a execução do projeto.
  - ii. Programa de necessidades: determinação das necessidades e expectativas dos usuários.
  - iii. Estudo de viabilidade: análise e avaliação para escolha e sugestão de alternativas para a concepção do edifício.
  - iv. Levantamento de informações técnicas específicas: informações técnicas aplicadas indispensáveis para o desenvolvimento do projeto, podendo ser fornecidas pelo cliente ou contratadas como etapa de projeto
- b. Fase 2 – Elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos: fase da concepção e materialização arquitetônica pelo profissional contratado, coordenada e compatibilizada a todas as partes e disciplinas que compõem o projeto da edificação. Esta fase é formada pelas etapas:
- i. Levantamento de informações técnicas específicas: levantamento topográfico, registros de vistorias no local da futura edificação e de arquivos cadastrais, documentos técnicos.
  - ii. Programa de necessidades do projeto arquitetônico: composto de “necessidades humanas, socioambientais e funcionais do contratante” para concretização do edifício.
  - iii. Estudo de viabilidade do projeto arquitetônico: elaboração de análise e avaliações para escolha de alternativas para concepção do edifício.
  - iv. Estudo Preliminar arquitetônico: dimensionamento das ideias do projeto arquitetônico para compreensão da configuração da edificação.
  - v. Anteprojeto arquitetônico: concepção e representação das informações técnicas iniciais de detalhamento do projeto arquitetônico da edificação e seus elementos.



- vi. Projetos para licenciamentos: representação das informações técnicas para aprovação do projeto arquitetônico em órgãos públicas e obtenção de alvará, licenciamento e outros documentos necessários para as atividades de construção.
- vii. Projeto executivo arquitetônico: concepção e representação final das informações técnicas do projeto arquitetônico do edifício, para execução de serviços e sua construção.

FIGURA 2.2 – FASES E ETAPAS DE PROJETO DE ARQUITETURA SEGUNDO NBR 16636-2



FONTE: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas (2017b)

O processo de projeto na prática profissional do arquiteto segue, em essência, o modelo de fases e etapas estabelecidos pela NBR 16636-2, em especial a fase de Elaboração e Desenvolvimento de Projetos Técnicos, por serem relacionadas à atividade projetual para resolver um problema arquitetônico. Nas etapas iniciais desta fase, há incertezas que decrescem à medida em que há o incremento nas definições e as etapas vão se sucedendo, como afirmado por Silva (1998), sem esquecer os requisitos do programa de necessidades e formais estabelecidos, até chegar a uma solução final satisfatória e contemplada com toda a documentação para a execução da obra.

#### 2.2.1.2 Processo do projeto em disciplinas de projeto de arquitetura

Em escolas de arquitetura, existem variações no processo de projeto e suas etapas de desenvolvimento de projeto nas disciplinas de projeto de arquitetura, muito

em função dos objetivos e ementas das disciplinas estabelecidos nos planos de ensino dos cursos. Normalmente são muito parecidos, sempre iniciando com pesquisas, o projeto preliminar, desenvolvimento e projeto final, como no exemplo de Yavuz e Yildirim (2012) ilustrado na FIGURA 2.3.

FIGURA 2.3 – PROCESSO DE PROJETO DE ARQUITETURA NO ENSINO

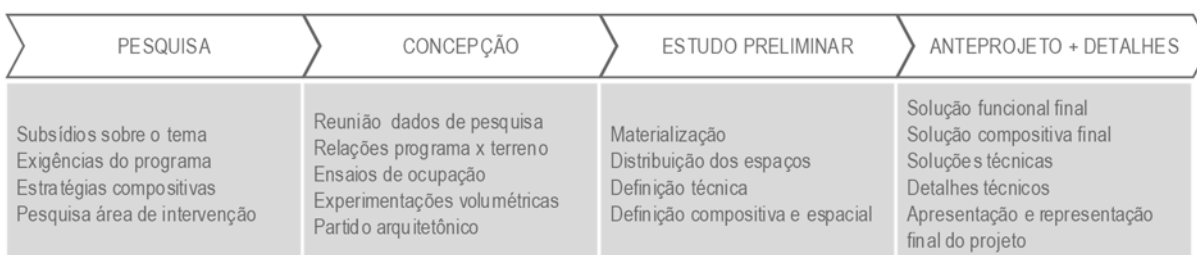


FONTE: Adaptado de Yavuz e Yildirim (2012)

O processo de projeto, no contexto do ensino de arquitetura, é um trabalho de simulação para dotar ao estudante o aprendizado de técnicas e aquisição de conhecimentos e habilidades específicas para desenvolver um projeto de edificação (SILVA, 1998).

A FIGURA 2.4 representa um dos modelos de processo de projeto no ensino praticado em disciplinas de projeto de arquitetura na UTFPR. Este modelo não é padrão no curso, existem variações a critério de cada professor e objetivos das disciplinas, mas a progressão em etapas subsequentes de desenvolvimento crescente de definições é a mesma.

FIGURA 2.4 - PROCESSO DE PROJETO DE ARQUITETURA PRATICADO NO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UTFPR



FONTE: O autor (2020)

- a) Etapa da Pesquisa: é o momento em que o estudante tem contato com subsídios relacionados ao tema de projeto a desenvolver: exigências do programa arquitetônico quanto às necessidades técnicas e ambientais e

estratégias compositivas e técnicas possíveis de serem adotadas no projeto a desenvolver.

- b) **Concepção:** nesta etapa, os resultados obtidos na pesquisa são reunidos para apoiarem a concepção do edifício. É o momento da compreensão das relações físicas possíveis entre o programa arquitetônico e o terreno, dos ensaios de ocupação do terreno com os setores do programa do edifício, das possibilidades de implantação do edifício no terreno, das experimentações volumétricas, até que se chegue no resultado satisfatório. É o momento criativo do arquiteto. O resultado desta etapa é o partido arquitetônico, uma representação sintética e subjetiva originada do material de pesquisa e do processo da concepção do edifício.
- c) **Estudo preliminar:** definida a concepção, é iniciado o desenvolvimento do estudo preliminar do projeto, para a materialização do edifício. O resultado é a proposta preliminar do edifício, com distribuição dos espaços do programa arquitetônico, decisões técnicas e definição compositiva e espacial.
- d) **Anteprojeto e detalhes:** nesta etapa do processo de desenvolvimento do projeto, além da solução definitiva na organização do programa arquitetônico e aspectos compositivos, é dada ênfase aos aspectos técnicos do edifício (nos seus dimensionamentos, especificações e representação), nos detalhes técnicos e na preparação da apresentação da proposta.

Neste processo de projeto, a etapa da Pesquisa é a que se relaciona com os objetivos desta tese. Este é o momento em que os professores apresentam subsídios teóricos sobre o tema de edifício a ser desenvolvido e apresentam e discutem casos da arquitetura precedente.

### 2.2.2 Edifício da arquitetura precedente

Um precedente, na área de estudo da arquitetura e urbanismo, segundo Pressman (2001), pode ser um espaço, uma estrutura, um paisagismo ou um edifício, parte de um edifício, uma coleção de edifícios, um campus, uma vila, uma bairro, uma

cidade, ou um conceito para o projeto de artefatos e ambiente construído. Ou ainda, de acordo com Comas (1986a), pode ser um ambiente específico, um elemento arquitetônico, um edifício, uma estrutura formal, os elementos e aspectos geométricos, ou especificações técnico-construtiva.

Edifícios da arquitetura precedente podem ser definidos também, segundo Menezes (2007), como obras anteriormente executadas, referentes ou análogos. Ou soluções exemplares do passado a um problema específico Akin (2002), na forma de conceitos, princípios ou casos Zarzar (2008).

Estudar trabalhos prévios e usar como fonte de inspiração, segundo Pressman (2001), não significa copiar literalmente o que foi executado anteriormente, mas sim conhecer como os problemas de projeto foram abordados e investigar os princípios subjacentes, como o espacial, tecnológico e social adotados. A essência desta atividade é a de obter padrões compositivos ou formais subjacentes nos edifícios Plowright (2014).

Os edifícios da arquitetura precedente são a base do conhecimento da arquitetura Eilouti (2009) e, na sua análise, quando o edifício é decomposto ou recomposto Oliveira (2015), fornece informações e lições de projeto úteis (PRESSMAN, 2001), que possibilitam a compreensão de características físicas e aspectos conceituais Akin (2002).

Pressman (2001) classifica edifícios da arquitetura precedente, quando para propósitos de estudo, em duas categorias:

- a) Edifício genérico: todo edifício ou ambiente são considerados fontes de ideias e informações. Explorar e refletir sobre os espaços e estruturas arquitetônicas, observados ou vivenciados e registrar com anotações, croquis, fotografias e diagramas de análise, contribui para a formação do repertório arquitetônico e que poderá ser usado quando necessário em novos projetos.
- b) Edifício específico: edifícios escolhidos para estudo aprofundado e que contemplam aspectos para análise como o usuário, terreno e contexto, programa funcional, tipologia do edifício, construção e custos de operação e regulamentos aplicáveis.

No contexto do processo do projeto de arquitetura, edifícios da arquitetura precedente podem apoiar problemas de projeto, serem adotados para reprodução ou adaptação em novas situações, análogas ou não Comas (1986a).

Ao serem escolhidos como referências arquitetônicas e estudo de casos (KOWALTOWSKI et al., 2010), podem contribuir para a concepção de edifícios (MENEZES, 2007) como o gerador, o indutor, ou o modelo a ser seguido, como instrumento de comparação com o novo e para verificação de correspondências tipológicas Oliveira (2015). E, principalmente, podem estimular a criatividade e influenciar nas fases iniciais de novos projetos, na busca de uma solução satisfatória, de maneira mais fácil e rápida, ao invés de exigir a reinvenção da roda a cada novo projeto Eilouti (2009).

Fang (1993) afirma que, usar edifícios precedentes, é uma abordagem valiosa para tomada de decisão em projetos de arquitetura e que, de uma forma em geral, a maioria das atividades de projetos de arquitetura são inspiradas e ou restritas por precedentes, nas seguintes situações:

- a) Quando os problemas de arquitetura e as características de um novo edifício forem difíceis de especificar, os precedentes podem emprestar os meios e princípios.
- b) Em casos de projeto em que se espera manter a continuidade histórica do sítio, sendo necessário selecionar características particulares do ambiente pré-existente para incorporar no novo projeto.
- c) Para resolver um novo problema, muitas vezes é necessário consultar soluções anteriores. Ou seja, combinar particularidades do problema com a solução do precedente.

No entanto, segundo Bay (2008), a maioria dos julgamentos e descrições de edifícios da arquitetura precedente, contemporâneos ou históricos, encontrados na literatura, são baseados em heurísticas humanas, muitas vezes influenciadas por vieses cognitivos (ilusões). E que a escolha destes precedentes, por serem casos de sucesso e muito investigados, podem provocar erros em potencial, caso não sejam adequados aos novos projetos (BAY, 2008).

### 2.2.3 Análise dos edifícios da arquitetura precedente

O estudo de edifícios da arquitetura precedente, restrito à explicação de suas conexões ao longo da história, às descrições ou limitados a julgamentos de autores, são encontrados na literatura especializada (BAY, 2008). É uma abordagem normalmente aplicada em disciplinas de teoria e história da arquitetura, cujo propósito do estudo é a de investigar relações entre sistemas de pensamento arquitetônico e sua influência nos objetos gerados. São de natureza ilustrativa e superficial, não são voltadas para a geração de conhecimento aplicável diretamente à prática de projeto Mahfuz (1986).

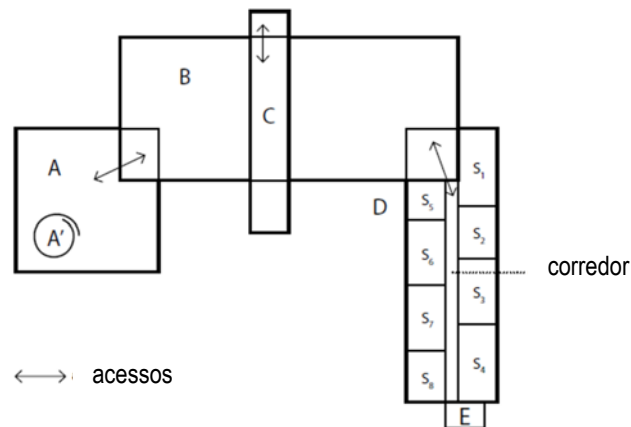
Quando elaborado de forma comparativa, é um exercício intelectual e ajuda a revelar princípios comuns aos projetos de edifícios que pertençam a uma determinada classe ou na determinação de regras de composição Eilouti (2017). Após categorização e suas ideias explicitadas (CLARK e PAUSE, 1996), mesmo que não seja recente ou de estrutura e espaço de mesmas funções, será uma fonte de inspiração para um novo projeto de arquitetura (PRESSMAN, 2001).

Foqué (2011) defende o ensino baseado em casos precedentes, como base para a prática reflexiva e o desenvolvimento de estrutura teórica pelo estudante. A análise de edifícios da arquitetura precedente, é um estímulo para que o estudante vivencie e adquira repertório de referências e aplique na solução de novos projetos (KOWALTOWSKI et al., 2010).

Existem diferentes métodos ou abordagens para estudo de edifícios da arquitetura precedente. Guney (2008) propõe método para análise da morfologia dos edifícios:

- a. Distinção das principais unidades do objeto que constituem a forma geral do edifício (FIGURA 2.5) das suas divisões internas ou ambientes.
- b. Estudo de aspectos como: luz, massa, forma, geometria, estrutura, simetria e equilíbrio e o partido, que seria a ideia dominante subjacente do edifício.

FIGURA 2.5 -ANÁLISE MORFOLÓGICA



FONTE: adaptado de Guney (2008)

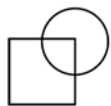
- c. Análise das relações espaciais, representadas por meio de diagramas, incluindo suas relações topológicas (acessos e relações espaciais, como são organizadas como posições e localizações).

Outro método, que pode ser usado apoiar uma análise de edifícios da arquitetura precedente, é o da gramática da forma, proposta por Celani et al. (2006). A gramática da forma é composta pelos elementos: vocabulário das formas (a), relações espaciais (b), regras (c) e forma inicial, conforme ilustrado na FIGURA 2.6.

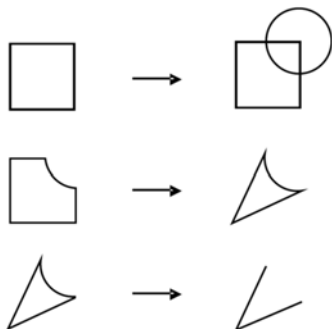
FIGURA 2.6 – ANÁLISE PELA GRAMÁTICA DA FORMA



- a) Vocabulário de formas primitivas, bidimensionais ou tridimensionais, que farão parte da gramática.



- b) Relações espaciais, são as combinações entre as formas primitivas.



- c) Regras de transformação do tipo  $A \rightarrow B$ , que podem ser de adição, substituição ou subtração

FONTE: Adaptado de Celani et al. (2006)

Este método da Celani et al. (2006) tem vantagens por ser sistemático e objetivo para identificar a linguagem após definição de sua gramática de obras arquitetônicas. Por outro lado, a análise é formalista, considerando aspectos gramaticais nas composições e ignorando a semântica, a funcionalidade, a adequação ao sítio e outros itens importantes relacionados à arquitetura.

Um outro método para análise dos edifícios da arquitetura precedente pode ser a partir das qualidades necessárias da arquitetura, elaboradas por Vitruvio. Del Rio (1998a) interpreta o triângulo de Vitruvio da seguinte maneira: *firmitas* ou durabilidade, relacionada à técnica e resistência, é a qualidade mais clara e objetiva, verificada na materialização da arquitetura; *utilitas* ou conveniência, relacionada às necessidades dos usuários, e *venustas* ou beleza, relacionada à arte e estética, é a qualidade mais buscada no ideal artístico do arquiteto.

A análise, em uma abordagem vitruviana, pode revelar tipologias formal e compositiva, padrões funcionais e organização espacial, materiais e detalhes de montagens, sistemas prediais, escala e proporção, cor e textura, percepção sensorial, significado cultural e até os custos de construção dos precedentes arquitetônicos (PRESSMAN, 2001). São elementos da arquitetura que, segundo Pressman (2001), permitem comparação entre diferentes edifícios.

Hershberger (1999), no entanto, argumenta que a tríade de Vitruvio não contempla valores importantes, como capacidade de resposta ao contexto urbano, terreno, clima, custo de energia, custo do edifício, possibilidade de ampliação e alteração, exigindo outras categorias para se analisar um edifício.

Schultz (1983), em uma visão de avaliação, analisa um projeto de arquitetura a partir da divisão dos aspectos arquitetônico em duas categorias: objetivos e subjetivos (QUADRO 2.1). Os aspectos objetivos são de julgamento mais fácil, quantificáveis, enquanto os subjetivos dependem de experiências anteriores, maior capacidade de percepção e de abstração.



QUADRO 2.1 - ASPECTOS OBJETIVOS E SUBJETIVOS

Categoria	Aspectos	Atributos	
Objetivos	Programa de arquitetura	Cumprimento do programa de arquitetura, coerência entre espaços e funções	
	Técnicos	Exequibilidade do projeto, simplicidade estrutural, custo, economia, especificações, detalhes, conforto ambiental, físico, psíquico	
	Implantação	Implantação (física), aspectos legais e de segurança	
Subjetivos	Compositivos	Formais*	Forma, plástica, beleza, cor, textura, criatividade, inovação, originalidade
		Culturais*	Coerência histórica e cultural, códigos e convenções culturais implícitas, ideologia da proposta, momento social.
		Locais*	Situação, integração vicinal, integração à textura urbana e regional
* agrupamento proposto por Schultz (1983)			

FONTE: Adaptado de Schultz (1983)

Considerando a discussão deste tópico a partir da visão de diferentes autores, a análise de edifícios da arquitetura precedente pode ser relacionada a diferentes elementos agrupados nos seguintes aspectos: Funcionais (*utilitas*), Compositivos (*venustas*), Técnicos (*firmitas*) e Implantação.

### 2.2.3.1 Aspectos funcionais

A funcionalidade (QUADRO 2.2), mais do que simplesmente articular os ambientes para acomodar o programa de uma edificação, deve também estabelecer a hierarquia ou importância relativa das várias atividades, relacionamentos essenciais, adjacências ou proximidades, dimensões de espaços e equipamentos necessários, mobiliários e outros necessários para apoiar a atividade funcional (HERSHBERGER, 1999).

QUADRO 2.2 - QUADRO SÍNTESE DOS ASPECTOS FUNCIONAIS

Autor	Elementos
Hershberger (1999)	a. Programa arquitetônico b. Hierarquia dos ambientes c. Articulação dos ambientes para acomodar o programa d. Relacionamentos entre ambientes e. Dimensões de ambientes f. Equipamentos e mobiliários para apoiar o uso do ambiente

FONTE: A partir de Hershberger (1999)

### 2.2.3.2 Aspectos compositivos

São relacionados à estética do edifício, no seu volume, espaço, fachadas, massa, tipologia arquitetônica. E a harmonia percebida é resultante de estratégias como simetria, equilíbrio, relação entre as partes e o todo, a repetição de partes, adição e subtração, luz natural (QUADRO 2.3).

Os espaços são a essência da arquitetura, podem ser abertos e receber diversidade de usos ou ambientes delimitados e de usos definidos, podem ter pés-direitos altos ou baixos e intimistas. As características dos espaços devem atender às necessidades e expectativas dos usuários (HERSHBERGER, 1999).

A forma do edifício pode ter um significado para o usuário, comunidade, comunicar a imagem de uma empresa ou instituição (HERSHBERGER, 1999). Podem ser construídas pela adição e subtração de partes identificáveis e essa imagem percebida do volume no todo e sua relação com as partes de um edifício é denominada de massa (CLARK e PAUSE, 1996)

Os elementos estruturais como colunas, paredes, vigas ou combinações entre eles, podem reforçar ou materializar ideias de frequência, padrões, simplicidade, regularidade, aleatoriedade, simetria, equilíbrio, hierarquia e complexidade no edifício. Estes elementos podem ser explorados para definir ou enfatizar espaços, articular circulações, sugerir movimento ou modulações (CLARK e PAUSE, 1996), tem estreita relação com o partido arquitetônico e na sua consolidação (GARCIA, 2013).

A luz natural pode influenciar na percepção da dimensão, localização e uso do espaço, valorizar a estrutura, os elementos arquitetônicos, a geometria, a hierarquia e relações entre as partes e o todo, a repetição e assim por diante (CLARK e PAUSE, 1996).

QUADRO 2.3 - QUADRO SÍNTESE DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS

Autor	Elementos
Hershberger (1999)	a. Dinâmica espacial b. Significado da forma do edifício
Clark e Pause (1996)	a. Estratégias para compor o edifício pela subtração e adição b. Percepção do volume e relações com as partes do edifício c. Exploração de elementos para materializar ideias de frequência, padrões, simplicidade, regularidade, aleatoriedade, simetria, equilíbrio, hierarquia e complexidade no edifício d. Exploração de luz natural

FONTE: A partir de Clark e Pause (1996) e Hershberger (1999)

### 2.2.3.3 Aspectos técnicos

A escolha dos materiais, processos e sistemas construtivos, sistemas prediais, desde a estrutura até o acabamento impactam na expressão arquitetônica, no potencial estético do edifício e seus espaços, e devem atender às exigências do programa, das escolhas do arquiteto ou da expressão da sua arquitetura e dos custos de construção, operação e manutenção (HERSHBERGER, 1999).

Os materiais podem ter três características na arquitetura: caráter de permanência e estabilidade das construções, controle e proteção dos fenômenos naturais e ambiente favorável para a vida individual e social (GARCIA, 2013) (QUADRO 2.4).

QUADRO 2.4 - QUADRO SÍNTESE DOS ASPECTOS TÉCNICOS

Autor	Elementos
Hershberger (1999)	a. Materiais b. Sistemas construtivos c. Sistemas prediais d. Sistemas estrutural
Garcia (2013)	a. Influência dos materiais nas características da arquitetura

FONTE: A partir de Garcia (2013) e Hershberger (1999)

### 2.2.3.4 Implantação

A implantação do edifício é uma resposta a uma série de condicionantes como topografia, caminho solar, ventos, vegetação, clima, vistas, contexto, topografia do terreno, e assim por diante (PRESSMAN, 2001):

- a) Vegetação: proximidade com área arborizada do sítio pode influenciar na expressão e qualidade arquitetônica do edifício.
- b) Clima: sol, ventos e chuvas, influenciam nas aberturas, materiais, controle ambiental, iluminação natural, ventilação, orientação dos ambientes.
- c) Topografia: terrenos com desníveis exigem abordagens diferentes na concepção dos edifícios se comparado aos planos.

- d) Ruídos, cheiros e vistas desfavoráveis: exigem estratégias que minimizem o problema, criando zonas de transição e distância ou na escolha de materiais e cuidados com o isolamento acústico.
- e) Vistas: são consideradas vistas do e para o terreno e do que é apropriado à ideia do projeto, como por exemplo, enquadramentos para visualizar partes do terreno, elementos de construção ou áreas específicas.
- f) Entorno imediato: a resposta ao entorno influencia na massa do edifício, alinhamentos, implantação do edifício, escolha de materiais, entre outros.
- g) Fluxo de veículos: define o acesso de veículos que minimize o conflito entre veículos e pedestres.

QUADRO 2.5 - QUADRO SÍNTESE DOS ASPECTOS DA IMPLANTAÇÃO

Autor	Elementos
Pressman (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Vegetação</li> <li>b. Clima</li> <li>c. Topografia</li> <li>d. Ruídos, cheiros, vistas</li> <li>e. Entorno imediato</li> <li>f. Fluxo de veículos</li> </ul>

FONTE: Adaptado de Pressman (2001) e Garcia (2013)

A estrutura dos aspectos arquitetônicos aqui apresentada, para fins de análise da arquitetura precedente, baseada em ideias de Clark e Pause (1996), Hershberger (1999), Pressman (2001) e Garcia (2013), não encerra a discussão sobre métodos ou elementos para análise de um edifício, construído ou não. Mas, para os propósitos deste trabalho, serve para que diferentes edifícios sejam avaliados sob os mesmos critérios, que podem ser objetivos ou subjetivos, como na proposta de avaliação de Schultz (1983). No entanto, é fundamental que, segundo Batistello, Afonso e Pereira (2013), os estudantes aprendam a diferenciar conceitos projetuais e a investigar aspectos da arquitetura conforme diferentes contextos.

#### 2.2.4 Técnicas de representação para estudo do precedente arquitetônico

A representação de edifícios da arquitetura precedente pode ser por meio de diferentes técnicas, para fins de estudo e análise dos aspectos que compõem um

edifício e aquisição de conhecimento arquitetônico. Webb e Brown (2016) argumentam que a pesquisa e a crítica de trabalhos de arquitetura, a partir da análise de documentos disponíveis, como desenhos, modelos, fotografias, biografias e monografias, são abordagens que nem sempre dão uma visão completa das intenções do arquiteto, assim como, ignoram inconsistências no projeto e suas relações com outros precedentes ou antecedentes.

#### 2.2.4.1 Redesenho

A atividade do redesenho é uma maneira concreta para estudar obras construídas em que há pouco material disponível em bibliografia Rech (2016), um recurso que pode revelar elementos de um edifício Lima; Vieira (2016) e um meio para aquisição de conhecimento específico sobre os principais aspectos da arquitetura Mahfuz (2013) e que uma descrição textual não é capaz de revelar.

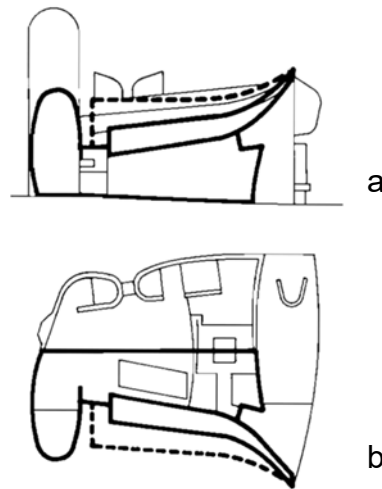
#### 2.2.4.2 Modelos físicos

Ramos et. al (2016) defendem o uso da maquete física para estudo de precedentes arquitetônicos, por sua representação não ser uma abstração e por objetos tridimensionais terem características físicas e materialidade similares às do elemento construído, mas em escalas diferentes. No estudo da obra, a maquete física permite visualizar as características fundamentais da obra arquitetônica com facilidade, favorecendo a transmissão do conhecimento sobre a arquitetura. É um objeto didático importante para o ensino de arquitetura.

#### 2.2.4.3 Diagramas abstratos

Para análises dos edifícios e suas ideias formadoras, Clark e Pause (1996) utilizam diagramas abstratos que destacam características essenciais e seus relacionamentos, para que possam ser comparados com outros edifícios, como no exemplo ilustrado na FIGURA 2.7, em planta (b), seção (a) ou elevação.

FIGURA 2.7 - RELAÇÃO ENTRE FORMA DA PLANTA E CORTE (CAPELA RONCHAMP – LE CORBUSIER)



FONTE: Clark e Pause (1996)

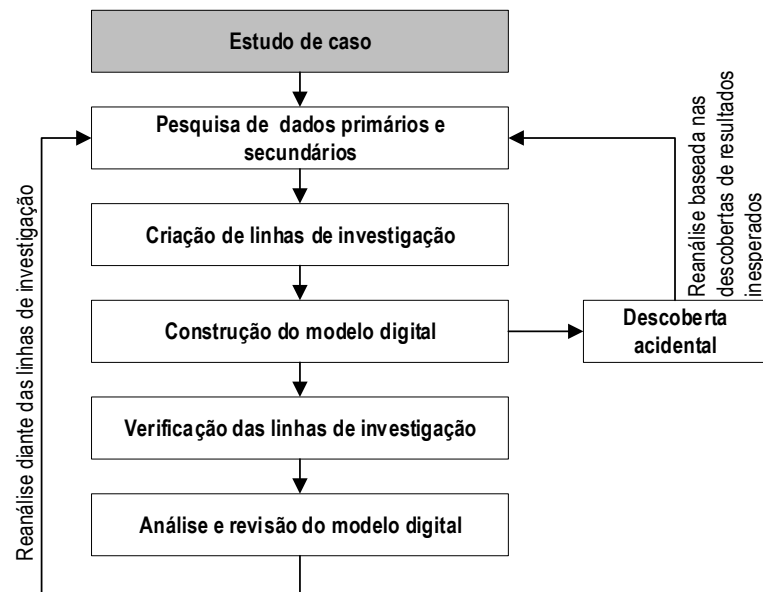
Prado e Tagliari (2018), por sua vez, destacam que a atividade de criação de diagramas abstratos, a partir de material de redesenho, permite maior entendimento das estratégias projetuais e compositivas adotadas pelo autor, do que a simples observação e descrição da obra, pelo seu poder de síntese visual, abstração formal e clareza no tratamento da informação. Oliveira (2015) afirma ainda que, nesta atividade, o precedente arquitetônico deixa de ser apenas edifício, para se tornar um sistema que revela os seus relacionamentos.

#### 2.2.4.4 Modelos 3D digitais

Mahfuz (2013) declara que técnicas de redesenho e modelos físicos são limitadas e limitantes se comparadas com as proporcionadas pela informática aplicada à arquitetura, como os sistemas de modelagem 3D digital. Esta técnica tem vantagens como rapidez, reprodução de elementos, simulação da materialidade, entre outras.

Webb e Brown (2016) propõem um método para analisar obras de arquitetura danificadas, destruídas ou não-construídas, baseado em modelos 3D digitais, como procedimento de investigação, conforme ilustrado na FIGURA 2.8. Este método apresenta um fluxo de trabalho investigativo, que tem início na coleta de dados, aspectos a investigar, a construção digital e análise da obra, adequado aos propósitos desta pesquisa. Os modelos 3D digitais permitem representação e análise de evidências disponíveis de um edifício, melhorando o seu entendimento.

FIGURA 2.8 - MÉTODO PARA ANÁLISE DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE USANDO TÉCNICAS DIGITAIS



FONTE: Adaptado de Webb e Brown (2016)

As etapas do método proposto por Webb e Brown (2016) para análise de obras arquitetônicas, são descritas a seguir:

- a) Pesquisa dos dados primários e secundários: muitas das informações disponíveis são incompletas, portanto, a interpretação deste material exige investigação paralela sobre o arquiteto autor do projeto, suas influências e contexto em que ele atuou, para fazer deduções e preencher estas lacunas. Neste caso, é importante deixar claro que algumas decisões foram interpretativas e que qualquer representação criada tem potencial de induzir o observador ao erro.
- b) Criação das linhas de investigação: determinação dos aspectos a investigar no edifício a partir do estudo de dados primários e secundários e das descobertas acidentais que ocorram na construção da representação digital.
- c) Construção da representação digital: após pesquisas de dados primários e secundários formarem as linhas de investigação, acontece a construção do modelo tridimensional digital, que serve para achar as respostas às

linhas de investigação. Objetos que não impactam sobre as linhas de investigação não são modelados.

- d) Verificação das linhas de investigação: modelos tridimensionais digitais são usados para aumentar o conhecimento e esclarecimento de aspectos do projeto, com nível de detalhes elevado e auxiliar a achar respostas para as linhas de investigação.
- e) Análise e revisão das representações: o uso de modelos digitais melhora o entendimento do edifício, identificando lacunas no conhecimento e questões colocadas nas linhas de investigação.
- f) Descoberta acidental: no processo de construção do modelo tridimensional digital do edifício podem acontecer resultados inesperados, pela falta de uma coordenação de plantas, cortes e elevações que, por sua vez, podem conter erros. Quando estes desenhos são vistos como elementos separados, a margem para erro aumenta.

Aplicativos de modelagem 3D, como Sketchup<sup>2</sup>, Rhinoceros 3D<sup>3</sup>, 3DStudio Max<sup>4</sup> e software CAD, como AutoCAD<sup>5</sup>, entre outros, podem ser usados para construção de modelos 3D digitais de precedentes arquitetônicos, em um processo que permite a criação de diferentes versões do mesmo modelo e de forma relativamente rápida, se comparado aos métodos como maquetes físicas ou técnicas de desenhos à mão. Os modelos 3D digital reúnem recursos para visualização e compreensão dos aspectos da arquitetura.

#### 2.2.5 Construção digital do edifício

O software BIM, com capacidade para modelagem geométrica e de informação, também pode ser usado para o processo de construção de modelos virtuais de precedentes arquitetônicos. No entanto, este processo, segundo Ramos

---

<sup>2</sup> Software para criação de modelos 3D, desenvolvido pelo Trimble Navigation

<sup>3</sup> Software proprietário de modelagem tridimensional, desenvolvido pela McNeel & Associates

<sup>4</sup> Software de modelagem tridimensional, desenvolvido pela Autodesk, Inc.

<sup>5</sup> Software para desenhos bidimensionais e modelos tridimensionais, desenvolvido pela Autodesk, Inc.



et. al (2016), exige do modelador domínio de sistemas construtivos, considerando que os elementos formadores do edifício são simulações contendo as características do real.

#### 2.2.6 Índice de complexidade dos edifícios precedentes

Para medir a complexidade dos edifícios precedentes a estudar, foi feita uma relação com o “Índice de Complexidade de Projeto” do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU) - Colegiado Permanente das Entidades Nacionais de Arquitetura e Urbanismo (CEAU) (2013), cujo objetivo é auxiliar nos cálculos dos honorários de projetos de arquitetura a partir de indicadores. O índice de complexidade neste documento do CAU-CEAU é classificado em três categorias: baixo, médio e alto, para os dez indicadores detalhados a seguir:

- a) Nível de empenho de projeto: um edifício de maior porte não necessariamente exige maior empenho do arquiteto para a concepção, solução construtiva e detalhamento do projeto, que os de menor porte. Existem tipologias de uso que exigem maior empenho do arquiteto, devido à complexidade do programa e desafios na organização do espaço.
- b) Quantidade de especialistas: o número de especialistas envolvidos na concepção e desenvolvimento do projeto indica a complexidade do projeto, pela necessidade de concatenar todas as especialidades. Conforme tipologia de uso e exigências ou necessidades do usuário, é necessário envolver disciplinas especiais.
- c) Quantidade de aprovações: a complexidade do projeto pode ser medida pela quantidade de aprovações, que demandam trabalho burocrático, em que o projeto deve ser submetido para atendimento de exigências plásticas, técnicas e de uso.
- d) Grau de detalhamento: edifícios que empregam tecnologias ou especificidades incomuns, exigem grau maior de profundidade no projeto e mais tempo dedicado no estudo dos pormenores, independente do seu porte ou custo de obra.

e) Grau de responsabilidade civil: independente do porte do edifício, o aprofundamento nas investigações e soluções de projeto variam com o grau de responsabilidade civil. Edifícios públicos ou que atendam volume de pessoas, exigem atenção quanto à segurança física dos ocupantes, qualidades específicas de construção e maior número de repetições. A responsabilidade civil varia à medida em que fatores como cliente, arquiteto, usuário, construtor, sociedade, meio ambiente, questões construtivas, entre outros, são envolvidos em maior ou menor grau. A responsabilidade civil envolve a escolha de materiais e tecnologias adequadas, em termos de desempenho e durabilidade, e disponíveis na região da obra, na previsão de sistemas de controle ambiental, na adoção de sistemas prediais eficientes, e assim por diante. Também se relaciona à estratégia de implantação que considere as necessidades do edifício e usuários, das relações com entorno imediato, das características da topografia, do fluxo de veículos e pedestres.

f) Grau de intervenção do cliente: o grau e tipo de envolvimento do cliente na definição de alternativas e soluções de projetos influenciam na produção do trabalho.

g) Expectativa plástica: existem casos em que não há preocupação com a plástica do edifício, mas existem outros em que a plástica é o objeto de interesse do cliente. Essa expectativa plástica do cliente, seja na sua forma, nos espaços, recursos arquitetônicos, pode exigir maior volume do trabalho no estudo e desenvolvimento do projeto até a sua definição final.

h) Grau de controle de custo: participação do cliente no controle constante de custo, durante as definições e detalhamentos do projeto, influencia no volume de trabalho e de retrabalhos que interferem no cronograma do projeto.

i) Indefinição do escopo: quando o escopo não está definido desde o início, o trabalho do arquiteto será impreciso, gera retrabalhos e maior insegurança no processo de projeto.

j) Indefinição do prazo: quando os prazos previstos são difíceis de serem cumpridos, sendo que o projeto pode sofrer interrupções por questões técnicas ou legais, influenciam na qualidade do projeto e desempenho do edifício.

Adaptando os conceitos e definições detalhados no Índice de Complexidade de Projeto do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU) - Colegiado Permanente das Entidades Nacionais de Arquitetura e Urbanismo (CEAU) (2013), foi proposto neste estudo o Índice de Complexidade dos Edifícios (ICE), para categorizar os edifícios quanto à sua complexidade. Indicadores como grau de intervenção do cliente (f), controle de custo (h), indefinição de escopo (i) e indefinição do prazo (j), foram descartados por não serem aplicáveis aos propósitos desta pesquisa, enquanto outros “Porte”, “Tipologia de uso” e “Organização espacial” foram acrescentados (QUADRO 2.6). Os indicadores foram agrupados nos aspectos adotados para análise da arquitetura dos edifícios.

QUADRO 2.6 - INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA COMPLEXIDADE DOS EDIFÍCIOS

Aspectos	Indicadores	Indicadores CAU-CEAU	Descrição
Funcionais	Porte do edifício	a	Porte do edifício, em área construída, influencia na organização espacial, implantação e aspectos compositivos
	Tipologia de uso	a	A complexidade do programa do edifício é influenciada pelo tipo de uso
	Organização espacial	a, g	A organização espacial é influenciada pelo tipo de uso, porte e aspectos compositivos
Técnicos	Disciplinas	b, c, d	Algumas tipologias de usos exigem maior número especialistas e alguns muito específicos
	Tecnologia empregadas	c, e	Uso de sistemas construtivos, estruturais, instalações prediais podem ser comuns ou especiais
	Ambiental	e	Escolha de materiais e tecnologias disponíveis, soluções para controle ambiental
Implantação	Estratégia de implantação	e	Estratégia de implantação que considere as necessidades do edifício e usuários, do entorno imediato, da topografia, do fluxo de veículos
Compositivos	Estética	c, g	Forma e espaço do edifício, recursos arquitetônicos e estratégias compositivas utilizados

FONTE: O autor (2020) e adaptado de Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU) - Colegiado Permanente das Entidades Nacionais de Arquitetura e Urbanismo (CEAU) (2013)

A cada indicador pode ser atribuído um índice de complexidade relacionado à categoria de complexidade, como detalhado no QUADRO 2.7. O resultado da média simples dos indicadores resultará no ICE do edifício estudado, que será enquadrado em uma das três categorias de complexidade, conforme intervalos numéricos.

QUADRO 2.7 - ÍNDICE DE COMPLEXIDADE DOS EDIFÍCIOS (ICE)

<b>Categoria de complexidade</b>	<b>Baixo</b>	<b>Médio</b>	<b>Alto</b>
Índice de complexidade	1	3	5
Intervalos	1 a 1,9	2 a 3,9	4 a 5

FONTE: Adaptado de Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU) - Colegiado Permanente das Entidades Nacionais de Arquitetura e Urbanismo (CEAU) (2013)

O ICE serve para classificar cada edifício estudado quando à sua complexidade, para verificar a influência na compreensão de seus aspectos pelos estudantes.

## 2.3 PRESSUPOSTOS DO ENSINO DE PROJETO DE ARQUITETURA

A prática de procedimentos metodológicos de ensino ultrapassados ou ineficientes, reforça a ideia disseminada de que projeto de arquitetura não é ensinável, (SILVA, 1986). De fato, o professor de projeto, ao contrário do de outras áreas, não consegue transmitir conhecimentos codificados, com uma fórmula pronta, para resolver problemas de arquitetura. Mas pode atuar como um mediador entre a arquitetura e o estudante, destacando os fundamentos arquitetônicos dos edifícios e não aos seus julgamentos pessoais (MAHFUZ, 2009).

No ensino de projeto, sem inibir a criatividade do estudante, são fundamentadas a interrelação do homem com o seu ambiente, para promover projetos conscientes, que busquem o equilíbrio do triângulo de Vitruvio (DEL RIO, 1998), sem esquecer as qualidades inerentes e inseparáveis como materialidade, espacialidade e processo construtivo Rozestraten (2004).

Mahfuz (1986) defende um ensino de projeto, que normalmente se apoia na projeção no ateliê, com abordagens que promovam a transmissão e construção do conhecimento. É uma técnica que, ao fazer exercícios de analogias de edifícios precedentes, aumenta o repertório projetual do estudante e estimula a sua criatividade (KOWALTOWSKI et al., 2010).

### 2.3.1 Conhecimento arquitetônico

As pessoas constroem novos conhecimentos e interpretações a partir do que elas já conhecem e creem, formado pelo seu nível de desenvolvimento, experiências

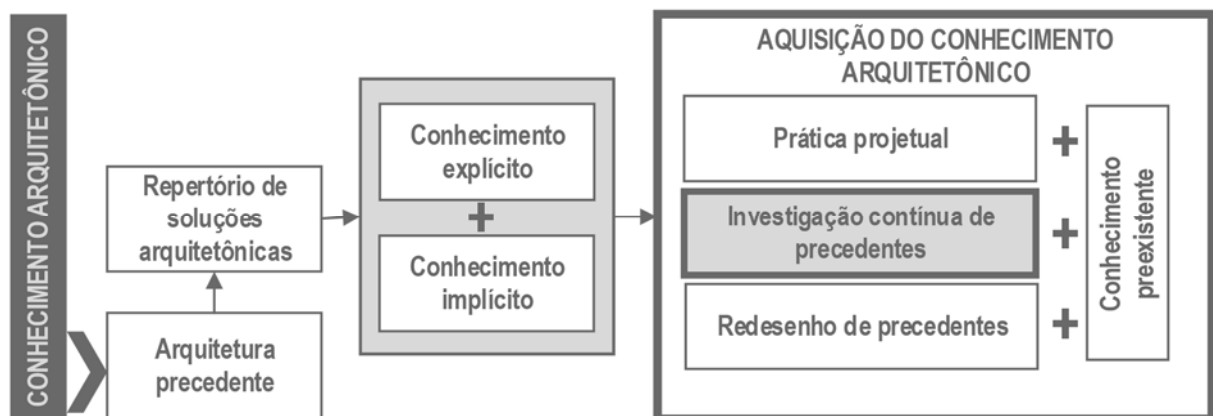
e vivência sócio cultural e de contexto Dede (2008). Se conhecimentos anteriores dos estudantes são desconsiderados, a compreensão desenvolvida pode ser muito diferente da pretendida pelo professor Bransford et al. (2007).

O conhecimento, internalizado por meio de um processo de aprendizagem e prática, é difícil de ser explicitado e transferido, por estar implícito durante a realização de uma atividade criativa como um projeto de arquitetura. Esse tipo de conhecimento está contido e é formado pela arquitetura precedente, análogos e metáforas aos quais os projetistas recorrem durante o trabalho criativo (AKSAMIJA; IORDANOVA, 2010; COMAS, 1985).

No processo de projeto de arquitetura são utilizados o conhecimento explícito e implícito (AKSAMIJA; IORDANOVA, 2010). Dessa forma, o ensino de projeto de arquitetura não deve se restringir à aplicação de conhecimentos explícitos, mas incentivar os estudantes à aquisição de conhecimentos implícitos, para a formação de seu repertório arquitetônico (COMAS, 1985).

Este conhecimento arquitetônico (FIGURA 2.9) está contido em um repertório de soluções criados ao longo da história, que se somam ao conhecimento prévio do estudante com a contribuição do professor Oliveira (2015). Para a sua aquisição, existem algumas possibilidades, descritas a seguir:

FIGURA 2.9 - CONHECIMENTO ARQUITETÔNICO



FONTE: A partir de Aksamija e Iordanova (2010), Comas (1985), Mahfuz (2009), Oliveira (1986), Oliveira (2015)

- a. Prática : a transmissão do conhecimento tácito na Arquitetura pode ocorrer pela prática do ato de projetar (COMAS, 1985).

- b. Investigação contínua e sistemática de problemas padrões: promove a transmissão, transformação e crescimento desse saber arquitetônico Oliveira (1986) e o uso de estruturas lógicas para análise das soluções arquitetônicas, aumenta a capacidade de aprendizado no ensino de projeto arquitetônico (SILVA, 1986).
- c. Redesenho: Mahfuz (2009) propõe o redesenho de edifícios exemplares para aquisição do conhecimento sobre aspectos específicos da arquitetura. O redesenho exige investigação do estudante sobre o edifício e promove a fixação do aprendizado, contribuindo para a formação de seu repertório arquitetônico. É uma aprendizagem baseada na experimentação, com exercícios de análises críticas da percepção e compreensão do ambiente construído (SALAMA, 2012a).

O pensamento crítico é alcançado, segundo Ibrahim e Utaberta (2012), quando o estudante consegue dominar as soluções de projeto de edifícios precedentes e aplicar em novas soluções de projeto.

### 2.3.2 Repertório arquitetônico

O repertório é um conjunto de soluções arquitetônicas exemplares identificados nas obras, que são abrangentes e generalizáveis a novos projetos, formados por relações compositivas, esquemas espaciais, estratégias, métodos, técnicas, entre outros Oliveira (2015).

A origem do repertório é a arquitetura precedente, com seus elementos e as geometrias de natureza arquitetônica Mahfuz (1986), pois “a arquitetura nasce da própria arquitetura” e não da genialidade ou originalidade do arquiteto (MAHFUZ, 2013).

#### 2.3.2.1 A formação do repertório arquitetônico

A formação de repertório pode acontecer por meio da investigação analítica de precedentes, avaliando elementos que compõem a arquitetura, como os arranjos espaciais, os princípios construtivos e geométricos, as relações entre sistemas estruturais e organização espacial, os esquemas representativos e fenômenos

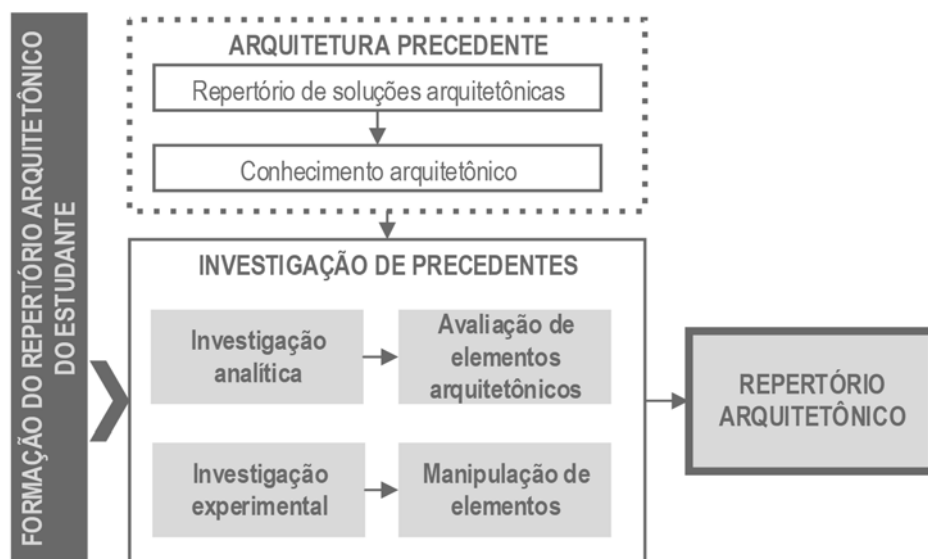
perceptivos envolvidos na arquitetura precedente (COMAS, 1985). A investigação analítica forma um repertório amplo, não obrigatoriamente para a aplicação imediata, e para investigação de soluções afins ao trabalho realizado no ateliê Mahfuz (1986).

Outra forma de aquisição de repertório, é pela investigação experimental, onde os elementos obtidos na investigação analítica são manipulados reflexivamente para compreender as regras adotadas e que servem de referência à sintaxe compositiva. A manipulação explora o potencial dos elementos e composições para se adaptarem a aplicações diferentes da do original Mahfuz (1986).

Cada elemento representa aspectos e conhecimentos incorporados ao objeto arquitetônico (AKSAMIJA; IORDANOVA, 2011).

Desta forma, pode-se afirmar que, a investigação analítica e experimental de precedentes, avaliando elementos da arquitetura, segundo Comas (1985) e Mahfuz (1986), formam o repertório arquitetônico do estudante, conforme ilustrado na FIGURA 2.10.

FIGURA 2.10 - FORMAÇÃO DO REPERTÓRIO ARQUITETÔNICO



FONTE: A partir de Comas (1985) e Mahfuz (1986)

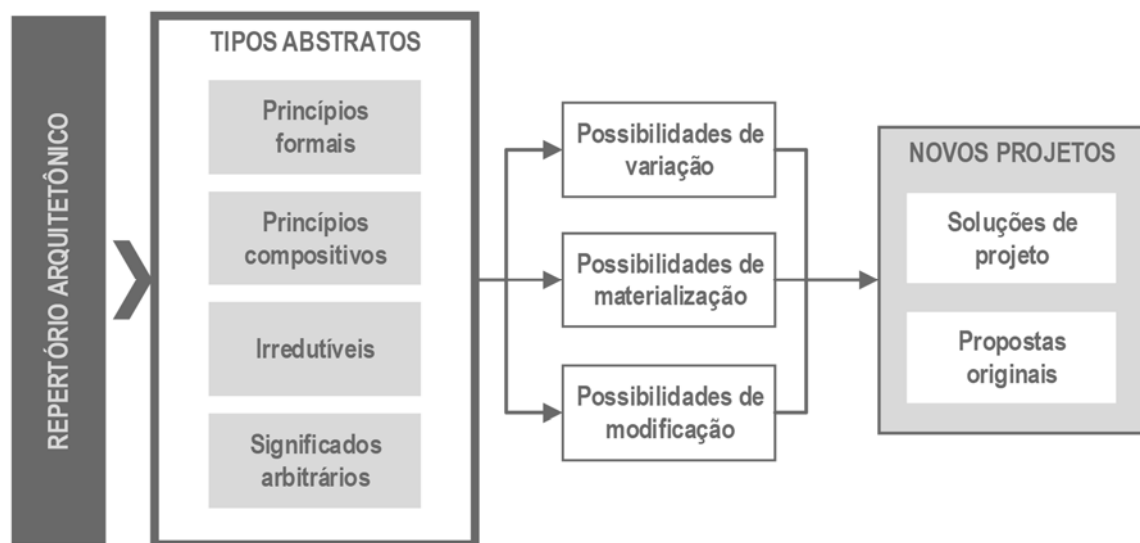
A descoberta das diferenças entre os conceitos prévios e os novos adquiridos com estudo de precedentes, gera conflitos no processo cognitivo do estudante. Ou seja, a assimilação e acomodação faz o estudante desenvolver novas estruturas cognitivas a partir das existentes (WU; WENG, 2013), contribuindo para a formação de seu repertório arquitetônico.

### 2.3.2.2 Tipos arquitetônicos como repertório

Um acervo de repertório (FIGURA 2.11) não é uma coleção de elementos prontos formalmente definidos que podem ser selecionados para uso imediato, mas tipos arquitetônicos<sup>6</sup> abstratos e irreduzíveis, princípios formais e compositivos, que contém possibilidades infinitas de variações e materialização Mahfuz (1986).

Os tipos arquitetônicos, mesmo que pertençam a épocas diferentes, podem ser combinados e formar um conjunto arquitetônico coerente. Um tipo arquitetônico não é vinculado a uma função específica, o seu significado é atribuído arbitrariamente, conferindo à maioria dos princípios formais e compositivo a condição de arquétipos, ou seja, passíveis de serem reproduzidos, pois fazem parte da consciência coletiva dos arquitetos e da sociedade. E a manipulação de tipos abre a possibilidade de transformação, modificação e de criação de novos tipos Mahfuz (1986).

FIGURA 2.11 - TIPOS ARQUITETÔNICOS



FONTE: A partir de Comas (1985) e Mahfuz (1986)

O repertório arquitetônico é representado por tipos arquitetônicos que podem ser manipulados, transformados, modificados em infinitas possibilidades de variações, para a materialização de novos projetos originais e mesmo de novos tipos.

<sup>6</sup> “Esquemas abstratos e irreduzíveis, princípios formais e compositivos que contém possibilidade infinitas de variação e materialização, e até de sua própria modificação estrutural” (MAHFUZ, 1986, p.52).



### 2.3.2.3 O repertório no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura

O estudante não inicia um projeto do zero, se apoia nos conhecimentos assimilados em outras disciplinas do curso, nas suas experiências com projetos, vivências com o tema, valores pessoais, precedentes arquitetônicos, convicções sobre a arquitetura e tema e repertórios arquitetônicos para iniciar o pensamento sobre o projeto (FIGURA 2.12) (UTABERTA; HASSANPOUR, 2012).

FIGURA 2.12 - REPERTÓRIO NA PROJETAÇÃO DE ARQUITETURA



FONTE: A partir de Utaberta e Hassanpour (2012)

O ensino de projeto, baseado na transmissão e manipulação de um repertório, não significa que a arquitetura vá ficar parada no tempo. Mahfuz (1986) argumenta que as lições do passado servem como sugestões e não para serem literalmente copiadas. Os estudantes podem estudar obras precedentes, comparar e selecionar informações relevantes, que podem ser utilizados na proposta de seu projeto (IBRAHIM; UTABERTA, 2012).

## 2.4 APRENDIZAGEM NO ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE

Para que o estudo de edifícios da arquitetura precedente seja mais do que uma mera apresentação de dados concretos e as suas análises exijam do estudante mais do que lembrar ou reconhecer informações, o aprendizado deve ter foco na construção do conhecimento, por meio de uma aprendizagem significativa. Na aprendizagem significativa, o estudante busca sentido em suas experiências e adquire conhecimento por meio de processos cognitivos Anderson et al. (2001).

Bloom et al. (1956) criaram uma taxonomia, chamada de Taxonomia de Bloom, que classifica o domínio cognitivo, relacionado ao desenvolvimento intelectual, aquisição de conhecimento e habilidade para identificar informações, padrões e fatos. Neste domínio, os processos cognitivos são hierarquizados em categorias da menor para a maior complexidade.

Na Taxonomia de Bloom, revisada por Anderson et al. (2001) a partir da estrutura da taxonomia original, os objetivos de processo de aprendizagem definem o que é esperado que os estudantes aprendam, relacionados aos tipos de conhecimento (QUADRO 2.8), e o que eles serão capazes de fazer com o conhecimento adquirido, relacionado à dimensão dos processos cognitivos (QUADRO 2.9) Krathwohl (2002), formando uma estrutura bidimensional.

QUADRO 2.8 - ESTRUTURA DA DIMENSÃO DO CONHECIMENTO

(continua)

Tipos e subtipos fundamentais	
<b>A. Conhecimento Concreto:</b> Elementos básicos que o estudante deve conhecer em uma disciplina ou resolver problemas nela. Relativo a fatos que não precisam ser entendidos ou combinados	
Aa. Conhecimento da Terminologia	
Ab. Conhecimento de detalhes e elementos específicos	
<b>B. Conhecimento Conceitual:</b> Habilidade do estudante em inter-relacionar os elementos básicos em uma estrutura maior e ainda fazê-los funcionar juntos	
Ba. Conhecimento de classificação e categorização	
Bb. Conhecimento de princípios e generalizações	
Bc. Conhecimento de teorias, modelos e estruturas	

QUADRO 2.8 - ESTRUTURA DA DIMENSÃO DO CONHECIMENTO

(conclusão)

<b>C. Conhecimento Procedimental:</b> Realizar algo, em um contexto único, por meio de métodos, critérios, algoritmos e técnicas para investigar
Ca. Conhecimento de conteúdos específicos, habilidades e algoritmos
Cb. Conhecimento de técnicas específicas e métodos
Cc. Conhecimento de critérios e percepção de como e quando usar um procedimento específico
<b>D. Conhecimento Metacognitivo:</b> Relativo ao conhecimento de cognição, da consciência do conhecimento adquirido previamente para solucionar problemas, escolha de método, teoria ou estrutura.
Da. Conhecimento estratégico
Db. Conhecimento sobre atividades cognitivas incluindo contextos preferenciais e situações de aprendizagem (estilos)
Dc. Autoconhecimento

FONTE: Adaptado de Anderson et al. (2001)

Dos quatro tipos de conhecimento identificados e descritos no QUADRO 2.8, o Concreto e Conceitual são semelhantes por envolverem o termo “o quê” fazer com o conhecimento. No entanto, o conhecimento Conceitual é mais profundo, organizado, integrado e sistêmico. Já o conhecimento Procedimental é o do “como” fazer algo com o conhecimento. E o Metacognitivo é o conhecimento sobre a cognição Anderson et al. (2001).

QUADRO 2.9 - ESTRUTURA DO PROCESSO COGNITIVO

<b>Categorias</b>	<b>Dimensão do processo cognitivo (do mais simples para o mais complexo)</b>
1.Lembrar	Recuperar conhecimento que se sobressai da memória de longo prazo Associado aos processos cognitivos: Reconhecendo e Reproduzindo.
2.Entender	Estabelecer uma conexão de significados entre o novo conhecimento adquirido e o anterior. Associado aos processos cognitivos: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.
3.Aplicar	Desempenhar exercícios ou resolver problemas usando procedimentos em uma determinada situação, aplicar o conhecimento em uma nova situação. É alinhado com conhecimento procedural. Associado aos processos cognitivos: Executando (quando a tarefa é um exercício conhecido) e Implementando (quando a tarefa é um problema desconhecido).
4.Analisar	Fracionar o todo em suas partes constituintes e detectar como as partes se relacionam umas com as outras e com o todo. Associado aos processos cognitivos: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.
5.Avaliar	Fazer julgamentos a partir de determinados critérios e padrões. Critérios como qualidade, efetividade, eficiência e consistência. Padrões podem ser quantitativos ou qualitativos e são aplicados aos critérios Associado aos processos cognitivos: Checando (julgamentos sobre consistência interna) e Criticando (julgamento baseado em critério externo).
6.Criar	Criar é relacionado a, a partir de experiências de aprendizagem anteriores, reorganizar mentalmente elementos ou partes, em uma estrutura ou padrão, para formar um novo todo, original e coerente. Associado aos processos cognitivos: Criando hipótese, Planejando e Produzindo.

FONTE: Adaptado de Anderson et al. (2001)

As categorias da dimensão do processo cognitivo têm como intenção fornecer um conjunto abrangente de classificações aos processos cognitivos do aluno que estão inclusos nos objetivos. Conforme detalhado no QUADRO 2.9, as categorias variam desde os processos cognitivos mais comuns, associados a Lembrar, Entender e Aplicar, até aqueles encontrados com menos frequência, como Analisar, Avaliar e Criar. Cada uma das seis categorias principais está associada a dois ou mais processos cognitivos específicos, também descritos por formas verbais. Para diferenciar das seis categorias, os processos cognitivos específicos assumem a forma de gerúndios Anderson et al. (2001).

#### 2.4.1 Objetivos do estudo de edifícios da arquitetura precedente

Após o estudo de edifícios da arquitetura precedente, os estudantes devem ser capazes de alcançar os seguintes objetivos:

- a. Lembrar os elementos de cada aspecto serem analisados nos edifícios, a partir de conhecimento adquiridos em outras disciplinas, reconhecendo-os nos edifícios da arquitetura precedente estudados.
- b. Entender os aspectos e seus elementos nos edifícios estudados, interpretando seus princípios e características.
- c. Aplicar os conhecimentos adquiridos a partir do estudo de edifício da arquitetura precedente, implementando-os em um novo projeto.
- d. Analisar os elementos dos edifícios estudados e suas inter-relações, diferenciando-as e atribuindo significados de importância.
- e. Avaliar a eficiência dos conhecimentos adquiridos pelo estudo de edificações precedentes, verificando sua contribuição para aquisição de repertório e no desenvolvimento de novo projeto.
- f. A partir de experiência anteriores conceber novo edifício, formulando hipóteses projetuais.

Os objetivos esperados que os estudantes alcancem para os propósitos desta tese são: Lembrar, Entender e Analisar. As dimensões Aplicar, Avaliar e Criar, foram

desconsideradas, por estarem em categorias de hierarquia mais complexa na estrutura do processo cognitivo.

A estrutura da taxonomia é representada em uma tabela bidimensional, chamada por Anderson et al. (2001) de Tabela de Taxonomia (TABELA 2.1). As linhas contém as categorias do conhecimento e as colunas as dimensões do processo cognitivo. Essa tabela descreve o percurso analítico da declaração de um objetivo do processo cognitivo e a sua relação com o tipo de conhecimento a ser desenvolvido durante a aprendizagem.

TABELA 2.1 TABELA DE TAXONOMIA

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento Concreto	<b>aAb</b>					
Conhecimento Conceitual		<b>bBb</b>		<b>dBc</b>		
Conhecimento Procedural						
Conhecimento Metacognitivo						

FONTE: Adaptado de Anderson et al. (2001)

Nesta Tabela de Taxonomia, os objetivos a serem alcançados pelos estudantes ao estudar edifícios da arquitetura precedentes foram combinados às dimensões de conhecimento, como segue:

- a. Lembrar exige Conhecimento Concreto, do subtipo Detalhes e Elementos Específicos (Ab). Com esse conhecimento, o estudante desenvolve capacidade para usar informações ou fontes de informações sobre determinados tópicos ou problemas (ANDERSON et al., 2001).
- b. Ao entender os aspectos do edifício estudados, o estudante adquire Conhecimento Conceitual, do subtipo Princípios e Generalizações (Bb). Com esse conhecimento, o estudante desenvolve capacidade para estudar fenômenos ou resolver problemas, reconhecer padrões e ativar conhecimento relevante com pouco esforço cognitivo (ANDERSON et al., 2001).
- d. Ao analisar edifícios da arquitetura precedente, o estudante adquire Conhecimento Conceitual, do subtipo Teorias, Modelos e Estruturas (Bc).

O estudante desenvolve capacidade para classificar, organizar e inter-relacionar (ANDERSON et al., 2001), como os elementos de edifícios estudados.

#### 2.4.2 Autonomia

Nas metodologias ativas, o estudante deve ser protagonista da aprendizagem e buscar o conhecimento com a mediação, orientação e facilitação do professor Bergonsi (2020) e não se limitar apenas à sua argumentação Veen; Vrakking (2009). Ao assumir a responsabilidade pela sua aprendizagem, o estudante é motivado a aprender e a desenvolver capacidades de reflexão sobre os conteúdos Little (1995). Nesta técnica, o processo de ensino abandona a reprodução e memorização de conteúdos e prioriza a construção e ressignificação dos conhecimentos Debald (2020). E ainda, a reflexão capacita o estudante a generalizar e a criar modelos mentais a partir dessa experiência Prensky (2001).

### 2.5 O CONTEXTO DO ENSINO E APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE PROJETO DE ARQUITETURA

Este trabalho não tem a intenção de propor uma reformulação da disciplina de projeto de arquitetura ou de um método de ensino-aprendizagem. O propósito principal é analisar as contribuições dos modelos de informação para a aquisição de repertório arquitetônico, a partir do estudo de precedentes arquitetônicos, na disciplina de Projeto de Arquitetura.

Os elementos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura e aquisição do conhecimento e repertório arquitetônico são o ateliê, os professores e estudantes.

#### 2.5.1 O ateliê

Em cursos de arquitetura, o ateliê é o local privilegiado para síntese, aquisição, produção e compartilhamento dos conhecimentos relacionados à arquitetura. Onde o projeto é um elemento de investigação e não apenas um meio para aplicação e verificação de informações e habilidades prévias. O ateliê é

indispensável ao ensino de arquitetura, onde a sucessão de disciplinas de projeto estabelece a linha mestra das atividades de todo o curso Oliveira (1986) e onde habilidades adquiridas em outras disciplinas do cursos podem ser aplicadas Silva (1986).

Segundo Comas (1986a), as atividades não devem se limitar a assessorias ou atendimentos individuais em disciplinas de projeto e nem as privilegiar como principal estratégia didática pelo professor, mas explorar o ateliê como meio para facilitar o aprendizado de arquitetura, conforme defende Arcipreste (2002), estudar os problemas arquitetônicos e suas implicações para as “soluções formais, técnico-construtivas e figurativas” (COMAS, 1986a, p.39).

Em muitos os casos, o ateliê é entendido apenas como um ambiente físico para simular a prática do exercício profissional do projeto nas escolas de arquitetura Martinez (1986), para elaboração de uma solução para um dado problema arquitetônico, onde o conhecimento é transmitido e adquirido de maneira aleatória, sem muita coerência crítica pela ausência de base teórica do projeto de arquitetura Comas (1986a). Martinez (1986) defende o ateliê para atividade teórico-prática e não um ateliê como estúdio de arquitetura, ou como define Comas (1986a), um ateliê-laboratório como ambiente de aprendizagem de arquitetura em vez do ateliê-oficina, onde a transmissão e aquisição de conhecimento arquitetônico ocorra de forma progressiva, sistematizada e crítica.

No modelo do ateliê-laboratório de Martinez, o estudante tem a oportunidade de acompanhar os trabalhos de seus pares, participar das discussões entre professor-estudante e estudante-estudante, adquirir conhecimentos, construir suas experiências e esquemas, estimular a criatividade (WU; WENG, 2013), fundamentais para o seu aprendizado de arquitetura e aumento da sua capacidade de projetar (AMARAL, 2008).

### 2.5.2 O professor de projeto de arquitetura

Os professores podem ser categorizados conforme as práticas de ensino Bransford et al. (2007):

- a) O professor que focaliza o ensino no processo de produção e seus produtos e verifica se os estudantes estão produzindo bons trabalhos.

- b) O professor que, além da produção e seus produtos, assume a responsabilidade pelo que o estudante aprende enquanto realizam as tarefas.
- c) O professor usa a mesma prática de ensino dos anteriores, mas adiciona a transferência contínua do processo de aprendizagem aos estudantes.

O estudante não deve ser tratado como recipiente vazio a ser preenchido com conhecimento fornecido pelo professor. O professor deve extrair a compreensão preexistente do estudante para trabalhar com ela Schön (2000). Bransford, Brown e Cocking (2007), apresentam as seguintes estratégias para levantar o conhecimento prévio dos estudantes:

- a) Criação de tarefas e condições para revelar o pensamento dos estudantes. Esses conceitos iniciais dos estudantes formam a base sobre a qual se constrói a compreensão mais formal do assunto.
- b) Avaliação formativa frequente para revelar o entendimento em vez de meramente mostrar a capacidade de repetir fatos ou desempenhar habilidades isoladas pelos estudantes.
- c) Identificar ideias preconcebidas dos estudantes que representem um obstáculo ao domínio de um assunto específico. Trabalhar com as ideias preconcebidas dos estudantes, para que eles possam elaborá-las, contestá-las e quando adequado, substituí-las.

A aula expositiva, por si só, não funciona, mas se torna eficiente a partir do momento em que o estudante é incentivado a tentar resolver um problema por si só, usando sua experiência e conhecimento prévios Bransford et al. (2007).

Os professores de projeto, normalmente, assumem o papel de profissionais que ocupam a função de assessores ou consultores de prancheta, comunicando a sua experiência. Essa didática reducionista, limitada ao acompanhamento de um processo preestabelecido ou ao treinamento do estudante em técnicas descritíveis em um plano teórico praticado pela docência, reflete a crise da arquitetura enquanto disciplina do conhecimento Oliveira (1986). Na ideia de Schön (2000) sobre a ação na reflexão, o professor, sabendo dialogar e a fazer as perguntas corretas, incentiva o



estudante a refletir e a criar o seu projeto e não apenas esperar que o professor dê a solução.

Segundo Wu e Weng (2013), no ensino tradicional de projeto de arquitetura os professores confiam, na maioria dos casos, na sua experiência passada como estudante para conceber a disciplina e material de ensino e tendem a não inovar o ensino, supondo que ainda funcionam com os estudantes denominados por Prensky (2001) de a geração digital.

### 2.5.3 O estudante de projeto de arquitetura

A habilidade espacial é uma característica desejada para arquitetos e estudantes de arquitetura. A desenvoltura para gerar, reter, recuperar e transformar imagens visuais estruturadas, além da capacidade para entender as relações no espaço em diferentes posições ou movimentos imaginados de objetos bidimensionais ou tridimensionais (NAZIDIZAJI et al., 2015) incide diretamente na resolução de um projeto de arquitetura e também no rendimento acadêmico (VÁZQUEZ et al., 2013).

A habilidade espacial é uma característica pessoal e não há como ser codificada para ensinar àqueles que não tenham essa capacidade. Mesmo que o estudante tenha grande capacidade intelectual, por si só, não é um fator definidor para bom rendimento na habilidade espacial (VÁZQUEZ et al., 2013), por outro lado, à medida em que o grau de complexidade de um projeto aumenta, a maior capacidade mental pode aumentar a habilidade em projetar do estudante (NAZIDIZAJI et al., 2015).

Os conhecimentos incorporados em edifícios precedentes oferecem uma possibilidade para exploração espacial do edifício e reuso do conhecimento incorporado nas fases iniciais do projeto de arquitetura (AKSAMIJA; IORDANOVA, 2011), possibilitando a explicitação do conhecimento dessa obra e suprimindo um pouco, mas não resolvendo, a deficiência da falta de habilidade espacial do estudante.

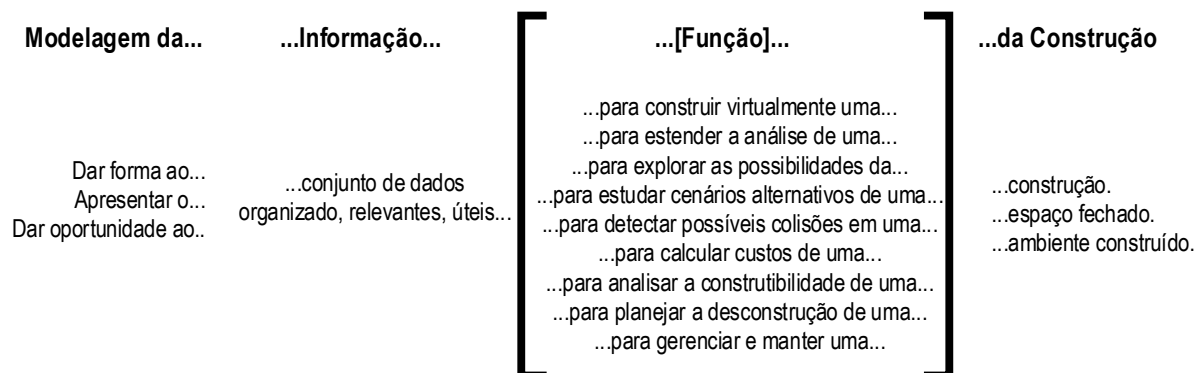
## 2.6 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)

BIM (*Building Information Modeling*) - Modelagem da Informação da Construção – é definido por Eastman et al. (2011) como uma tecnologia que permite analisar os modelos de construção, através de um conjunto de processos que

produzem, comunicam e analisam modelos de edifícios, e a prática de projeto integrado e único do edifício. Enquanto Succar et al. (2007) entendem BIM como um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permite o desenvolvimento de projetos, construção e operação de uma edificação de forma colaborativa e para NIBS (2017) é o ato de criar um modelo digital de um edifício para visualização, análises, verificações, simulações, entre outras possibilidades.

Para facilitar a compreensão do termo “modelagem da informação”, Succar (2013b) relaciona ao desempenho de uma “função” relativa à “construção” (FIGURA 2.13):

FIGURA 2.13 - TERMOS RELACIONADOS À MODELAGEM DA INFORMAÇÃO



FONTE: Traduzido de Succar (2013b)

Este modelo digital, tridimensional e funcional, para propósitos específicos, também conhecido como modelo BIM, é denominado de Modelo da Informação da Construção NIBS (2017). É um repositório central com capacidade para armazenar informações gráficas e informacionais, características geométricas e relacionamentos topológicos entre componentes da construção (WEYGANT, 2011, KENSEK; NOBLE, 2014).

Em um modelo BIM, os componentes, montagens, sistemas e subsistemas, são conhecidos como entidades de construção e são formados por seus atributos, geometria, taxonomia, propriedades, relacionamentos e conhecimentos de projeto Fenves et al. (2000). São representações digitais com semântica, associados a elementos gráficos e regras paramétricas (EASTMAN et al., 2011), que contêm dados que os descrevem e que apoiam análises e processos de trabalho como quantificação, especificações, análise energética, entre outros. Estes dados são consistentes, não

redundantes, coordenados e podem ser representados em todas as visualizações (EASTMAN et al., 2011).

Porém, a representação do conhecimento arquitetônico em modelos BIM ainda precisa ser amadurecida, o que aumentaria a capacidade de sistemas BIM para explorar o espaço conceitual e conhecimento de obras precedentes (AKSAMIJA; IORDANOVA, 2010).

#### 2.6.1.1 Potencialidade da modelagem BIM na atividade de projeção

Na atividade de projeção, os programas BIM podem apoiar o processo de elaboração do projeto nas suas várias fases, substituir desenhos por modelos 3D digitais que, por sua vez, podem conter informações, para serem representadas em desenhos ou para integrar a outros sistemas computacionais para fins de análise e simulação do edifício Eastman et al. (2011). Estes modelos podem também representar as qualidades inerentes e indissociáveis da arquitetura, como a materialidade, espacialidade e processo construtivo Rozestraten (2004).

Segall (2007) acrescenta que a modelagem 3D digital como um meio de expressão e representação da concepção arquitetônica, permite ao estudante materializar suas ideias e se aproximar do espaço proposto. Ou desconstruir obras arquitetônicas para investigar suas origens, intenções projetuais e interpretar conceitos para enriquecer o repertório dos estudantes.

Já Quattrini et al. (2015) ressalta que a modelagem semântica em aplicações BIM, mesmo em projetos complexos, permite filtrar seus componentes facilmente, selecionar e manipular, abrindo maior possibilidade de investigação e aprendizado, como propõe Mahfuz (2009).

BIM tem grande capacidade de modelagem de objetos tridimensionais, permite ao projetista a criação e concepção do produto, análise do desempenho da edificação e simulações (GROOVER, 2001), facilita o entendimento do projeto; faz análises da estrutura, energia, custo e programa de projeto do edifício (SUCCAR, 2011), além de análises térmicas e lumínicas Oliveira; Fabricio (2011).

### 2.6.1.2 Habilidades em BIM e Estágios de adoção de BIM

Barison e Santos (2011) classificam as habilidade segundo níveis de proficiência em BIM:

- a) Nível introdutório: tem habilidades na operação de sistemas BIM; explora conceitos básicos de modelagem, gerenciamento e compartilhamento de informações e comunicação dos diferentes tipos de informação.
- b) Nível intermediário: tem habilidades na modelagem 3D avançada, funcionalidade das famílias; realização de análises, simulações e visualização do modelo; listagem de materiais; geração de documentação, detecção de interferências entre disciplinas; extração de quantidades; geração de formas a partir da parametrização e de fórmulas no processo de *design* generativo, entre outros.
- c) Nível avançado: tem habilidades em técnicas e processos BIM relacionados a interoperabilidade, gerenciamento, implementação, formação de equipes, fluxos de trabalho e comunicação.

Os estágios de adoção da tecnologia e princípios BIM propostos por Succar (2009) são exigências individuais para desempenhar tarefas ou entregar serviços ou produtos BIM. Como o propósito do BIM para este trabalho é limitado ao uso do sistema para modelagem geométrica e de informações, para posterior navegação para estudo de edifícios a partir de modelos BIM, as exigências a cada estágio foram adaptadas a partir de conceitos estabelecidos por Succar.

- a) Estágio pré-BIM: entrega de projeto sem integração. Neste estágio, anterior à adoção de BIM, o projeto é baseado em desenhos 2D e visualizações 3D produzidas no CAD, normalmente desarticulados entre si.
- b) Estágio BIM 1: modelagem baseada em objeto. A modelagem é baseada em software de objeto paramétrico 3D. Os modelos são usados para

automatizar a geração e coordenação de documentação 2D e para visualização 3D.

- c) Estágio BIM 2: colaboração baseada no modelo. Neste estágio, a equipe de modeladores atua colaborativamente. A colaboração acontece pelo intercâmbio de modelos de formatos proprietários.
- d) Estágio BIM 3: integração baseada na rede. Neste estágio, são criados modelos ricos semanticamente e de múltiplas dimensões, compartilhados e mantidos colaborativamente e permitem análise complexa do edifício.

### 2.6.2 *Historic Building Information Modelling* (HBIM)

Uma técnica conhecida para modelagem de edifícios precedentes é o *Historic Building Information Modelling* (HBIM), um processo para construção do modelo digital de estruturas do patrimônio histórico por meio de sistema BIM Murphy et al. (2009). A exemplo do redesenho de edifícios existentes, esta técnica permite a reprodução dos passos do autor para a concepção da obra e contribui para o ensino da história da arquitetura (CANUTO; SALGADO, 2016). No entanto, o principal objetivo do HBIM é a de apoiar a conservação e manutenção Oreni et al. (2013) ou desenvolver projetos de *retrofit* e restauração de edifícios históricos Khodeir et al. (2016).

Esta modelagem é feita a partir de dados históricos ou obtidos da realidade da obra, capturados por meio de fotogrametria e escaneamento 3D CANUTO; SALGADO (2016), os quais tem processos de aquisição e geração de dados diferentes, cada um com suas vantagens e desvantagens SILVA; VIZIOLI (2018).

- a. A fotogrametria digital é uma técnica de baixo custo, rápida e precisa para levantamento, registro e documentação de edifícios HEIDTMANN et al. (2018). Baseada em fotografias digitais, utiliza pontos comuns entre diversas fotos para a construção tridimensional de um modelo digital de um objeto ou espaço SILVA; VIZIOLI (2018) e Coelho; Brito (2007).
- b. Escaneamento 3D, ou *laser scanning*, é um processo para digitalização de objetos e superfícies, baseado em nuvem de pontos capturados por meio de *laser scanners*. Estes pontos são processados por um software que recria e representa a obra por meio de um modelo digital tridimensional

Costa et al. (2019). Este modelo digital permite a visualização da obra sob diferentes pontos de vista, os quais nem sempre são possíveis na realidade, seja devido às suas dimensões ou proximidade de outras edificações no seu entorno; além de documentar e extrair dimensões e imagens mas, diferente da fotogrametria, o *laser scanning* não gera um modelo digital tridimensional colorido ou texturizado SILVA; VIZIOLI (2018).

#### 2.6.2.1 Etapas para desenvolvimento de HBIM

Para o desenvolvimento de modelo HBIM, antes de tudo, é necessário definir a sua finalidade, que pode ser a documentação, a avaliação de propostas de intervenção, a gestão do patrimônio, entre outras, e que irão orientar a modelagem da informação.

O planejamento da modelagem HBIM, como em exemplo apresentado por Cuperschmid, Fabricio e Franco Júnior (2019), pode ser composta pelas etapas de planejamento de modelagem, aquisição de dados, elaboração do modelo, registro das patologias e danos, gestão de dados e processos de documentação e gestão, conforme descritas a seguir:

##### a. Planejamento de modelagem

A modelagem pode ocorrer em dois estágios, de acordo com o tipo de dados levantados (CUPERSCHMID; FABRICIO; FRANCO JÚNIOR, 2019):

No primeiro estágio da modelagem, baseado em dados coletados da obra e combinados com os existentes, como registros do edifício, documentos relacionados a intervenções sofridas pela edificação, levantamento topográfico do terreno e assim por diante, o resultado é um modelo genérico do edifício histórico.

Em um segundo estágio, usando técnicas de levantamento como fotogrametria e *laser scanning*, é desenvolvido um modelo com geometria precisa, com inserção de informação semântica e registro das alterações que o edifício sofreu ao longo de sua existência.

#### b. Aquisição de dados

Os dados podem ser adquiridos em fontes primárias como: levantamento de dados na obra, fotogrametria digital, *laser scanning*, levantamento topográfico, documentação com fotografias e desenhos dos mapas de danos. Ou pela coleta em fontes secundárias como: documentos originais do projeto arquitetônico, registros do autor da obra, fotografias da obra, relação de materiais de construção (CUPERSCHMID; FABRICIO; FRANCO JÚNIOR, 2019).

#### c. Elaboração do modelo HBIM

A modelagem do patrimônio histórico pode ter três abordagens diferentes, segundo Cuperschmid, Fabricio e Franco Júnior (2019): de acordo com o projeto original, como construído e o estado atual do edifício.

#### d. Registro das patologias e danos

Informações relacionadas às patologias, como áreas com danos, técnicas de tratamento, registro fotográfico, levantamento de custos, entre outras observações, podem ser coletadas e armazenadas no modelo HBIM (CUPERSCHMID; FABRICIO; FRANCO JÚNIOR, 2019).

#### e. Gestão de dados

Os dados obtidos e verificados devem ser indexados, armazenados, publicados e distribuídos para reuso na produção e gestão de informação digital do patrimônio construído, realizadas através de processo colaborativo e em equipe multidisciplinar, para geração de conhecimento (CUPERSCHMID; FABRICIO; FRANCO JÚNIOR, 2019).

#### f. Processos de documentação e gestão

O desenvolvimento da documentação digital e do modelo HBIM exige um fluxograma integrado para coleta, processamento, registro e gerenciamento da informação. As informações como projetos originais, documentos e relatórios autênticos, entre outras, precisam ser avaliadas quanto à confiabilidade das fontes, os seus custos, riscos e benefícios a cada estágio da modelagem. Os processos de documentação e gestão servem para analisar os vários aspectos dos documentos do

projeto, os procedimentos e os recursos usados e a qualidade do produto (CUPERSCHMID; FABRICIO; FRANCO JÚNIOR, 2019).

### 2.6.3 *Architectural Information Modeling* (AIM) – Modelagem da Informação Arquitetônica

BIM está consolidado como meio para apoiar o processo de produção arquitetônica, mas pouca atenção tem sido dada para capturar e expressar informação formal e estética no processo BIM Al-Assaf; Clayton (2017). Enquanto no modelo BIM as informações concretas do edifício, como as características físicas e dimensionais de elementos construtivos, são facilmente identificadas, a descrição de informação teórica e conhecimentos históricos da arquitetura ainda são limitados a imagens, desenhos ou textos, exigindo interpretação e inteligência humana para a sua explicitação Pauwels et al. (2008).

Pauwels et al. (2008) propõem usar modelagem BIM, que provou ser vantajosa para documentação e arquivamento na prática de projetos de arquitetura, para modelagem de informações arquitetônicas teóricas e históricas, com o objetivo de digitalizar, documentar, preservar e estudar virtualmente o patrimônio arquitetônico.

Um sistema BIM é composto de vocabulário para modelagem da informação arquitetônica (AIM) segundo Al-Assaf e Clayton (2017), com capacidade para representar um edifício por meio de linguagens arquitetônicas apoiado em vocabulário e regras sintáticas, onde:

- a) Linguagem da arquitetura: é composta de elementos, relações e estruturas que formam um sistema, articulados de maneira a dar um significado a um edifício e comunicar suas ideias formais.
- b) Vocabulário: um edifício pode ser entendido, na sua forma, como um complexo de vocabulários controlados pelas regras gramaticais espaciais. O vocabulário de um edifício inclui seus pisos, paredes, forros, compartimentos, portas etc., assim como abstrações como massa conceitual ou vazios.
- c) Sintaxe: define a relação, atendendo a regras sintáticas, entre os diferentes elementos juntos.



Em sistemas de autoria BIM, como o Autodesk Revit, por exemplo, as famílias de elementos arquitetônicos correspondem ao vocabulário de uma linguagem, enquanto restrições, linhas de referência, relações paramétricas e massas conceituais definem e aplicam regras sintáticas, o que seria, segundo Al-Assaf e Clayton (2017), adequado para modelar uma linguagem arquitetônica.

Para compreensão das diferenças entre os modelos de informação e seus propósitos, o QUADRO 2.10 as descreve de forma sintética.

QUADRO 2.10 - DIFERENÇAS ENTRE BIM, AIM E HBIM

MODELO	PROPÓSITOS
BIM	Apoia o processo da produção, documentação e arquivamento na prática de projetos Eastman et al. (2011)
HBIM	Processo para modelagem de estruturas históricas Murphy et al. (2009), para apoiar a conservação e manutenção Oreni et al. (2013) ou desenvolver projetos restauração de edifícios históricos Khodeir et al. (2016)
AIM	modelagem das informações arquitetônicas teóricas e históricas, com o objetivo de digitalizar, documentar, preservar e estudar virtualmente o patrimônio arquitetônico Pauwels et al. (2008).

FONTE: A partir Eastman et al. (2011), Khodeir, Aly e Tarek (2016), Murphy, McGovern e Pavia (2009), Oreni et al. (2013) e Pauwels et al. (2008)

#### 2.6.4 Modelo da Informação Arquitetônica

O Modelo da Informação Arquitetônica é, basicamente, um modelo BIM, mas com a inclusão de informações arquitetônicas. É uma combinação da geometria 3D com informações gráficas e não gráfica. Algumas dessas informações podem estar dentro da propriedade de um elemento BIM ou em documento associado fora do ambiente do software (MORDUE et al., 2016).

As informações arquitetônicas (QUADRO 2.11) podem ser explícitas, como parâmetros geométricos, características do material ou referências a materiais de pesquisa, como fotografias ou documentos. Ou implícitas, como referências a projetos similares ou projeto de referência histórica, informações tipológicas, estrutura espacial abstrata, relações espaciais, restrições ambientais e legais, entre outros, que são importantes para a compreensão do edifício Pauwels et al. (2008).

QUADRO 2.11 - TIPOS DE INFORMAÇÕES ARQUITETÔNICAS

Tipos	Informação	Descrição
Explícitas	Descrição de componentes ou elementos BIM	Nome de peças ou objetos virtuais que simulam um objeto construído usado no modelo BIM Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial Processo (ABDI) (2017) extraídas diretamente do modelo arquitetônico
	Parâmetros geométricos	Parâmetros e regras que definem a geometria dos componentes do edifício Eastman et al. (2011) extraídas diretamente do modelo arquitetônico
	Especificações e propriedades	Especificações e características de materiais simulados no modelo BIM extraídas diretamente do modelo arquitetônico
	Informações externas	Referência a link para bases de informações externas como imagens ou documentos textuais ou sites Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial Processo (ABDI) (2017)
	Programa arquitetônico	Relação de ambientes e espaços extraídas diretamente do modelo arquitetônico
	Linguagem da arquitetura	Sistema formado por elementos, relações e estruturas articulados de maneira a dar um significado formal a um edifício (AL-ASSAF; CLAYTON, 2017), representados no modelo arquitetônico
	Vocabulário	O edifício, na sua forma, é composto por um conjunto de vocabulários, que no contexto de sistemas BIM são conhecidos como componentes ou elementos arquitetônicos (AL-ASSAF; CLAYTON, 2017)
	Sintaxe	São as regras sintáticas entre os diferentes elementos, definidas por restrições, linhas de referência, relações paramétrica e massas conceituais (AL-ASSAF; CLAYTON, 2017), representadas no modelo arquitetônico
Implícitas / tipos abstratos	Referências a projetos similares ou de referência histórica	Relacionamento entre as principais características ou elementos representados no modelo arquitetônico a outros precedentes históricos e teorias da arquitetura Pauwels et al. (2008), por meio de link a bases externas
	Tipologia arquitetônica	Princípios formais e compositivos que definem a arquitetura (MAHFUZ, 1986), representador por meio de diagramas abstratos
	Partido arquitetônico	Consequência formal do edifício, a partir de uma série de condicionantes e da intenção plástica do arquiteto Silva (1998), representado por meio de diagramas abstratos
	Massa do edifício	Resultado volumétrico do edifício formado pela adição e subtração de partes identificáveis e percebido no todo do volume e sua relação com as partes de um edifício (CLARK e PAUSE, 1996), representados por meio de diagramas abstratos
	Significados da forma e espaço	Elementos estruturais ou combinações entre eles que reforçam ou materializam ideias de frequência, padrões, simplicidade, regularidade, aleatoriedade, simetria, equilíbrio, hierarquia e complexidade no edifício. Estes elementos podem ser explorados para definir ou enfatizar espaços, articular circulações, sugerir movimento ou modulações (CLARK e PAUSE, 1996), representados por meio de diagrama abstratos
	Estrutura espacial	Configuração e entrelaçamento de espaços de um edifício Pauwels et al. (2008) revelados por meio de modelos geométricos tridimensionais abstratos
	Relações espaciais	Arranjo de espaços em termos de posição e localização (GUNEY, 2008), ilustrado por meio de diagramas abstratos
	Organizações espaciais	Organização dos espaços em diferentes partidos arquitetônicos (GUNEY, 2008), explicitados por meio de diagramas abstratos
	Restrições ambientais e legais	Características ambientais e regulações locais que condicionaram os aspectos funcionais, compositivos, técnico e implantação do edifício Pauwels et al. (2008), armazenadas em bases externas, representados por meio de diagramas abstratos

Fonte: A partir de ABDI (2017), Al-Assaf e Clayton (2017), Clark e Pause (1996), Eastman et al. (2011), Guney (2008), Mahfuz (1986), Pauwels et al. (2008) e Silva (1998)

As informações implícitas são equivalentes aos tipos abstratos do repertório arquitetônico, apresentado por Mahfuz (1986) e, em algumas situações, podem ser relacionadas aos aspectos subjetivos, segundo a visão de Schultz (1983), por dependerem da capacidade da percepção e abstração do estudante.

Os tipos das informações arquitetônicas podem ser usados para analisar um edifício sob a lente da arquitetura e segundo os quatro aspectos arquitetônicos: Funcionais, Compositivos, Técnico e Implantação, entendendo que há uma interrelação entre estes aspectos arquitetônicos.

## 2.7 BIM NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROJETO DE ARQUITETURA

A aprendizagem, segundo Dede (2008), por ser uma atividade humana que se manifesta de forma diferente de pessoa a pessoa, nenhuma tecnologia oferece uma solução milagrosa para o processo de ensino-aprendizagem. Neste sentido, a ênfase deve ser o desenvolvimento de meios pedagógicos que forneçam formas alternativas de ensino com o uso de tecnologias, com qualidade maior do que sem elas, para que estudantes e professores possam empregá-las em suas experiências educacionais Dede (2008).

Com o surgimento de sistemas complexos, o ensino de aplicativos para representação de projetos vem sendo incorporado ao currículo em escolas de arquitetura, que normalmente adotam plataformas únicas, limitando o estudante a projetar sob o viés destes programas, que serão de seu domínio, para representar suas ideias Bergin (2012). Mas, segundo Segall (2007), o conteúdo ensinado geralmente é limitado ao ensino de operações para o desenho e modelagem 3D, como um meio de representação da proposta e não com potencial investigativo de estudo Segall (2007) ou como ferramenta de projeto que auxilie o domínio do objeto em diferentes escalas ou desenvolvimento da consciência visual para controle da proposta formal por meio de simulações Mahfuz (2009).

Existe ainda a cultura da reprodução, em software de modelagem tridimensional, dos desenhos que antes eram produzidos em prancheta, com o propósito de facilitar a representação do projeto e não para uma exploração reflexiva do objeto arquitetônico durante o ensino Claro; Jordão (2014a). E, no caso de BIM, precisa ser entendido não como um programa para representar o projeto técnico e sua documentação, mas como processo de projeto e forma de pensamento que pode alterar o ensino de projeto Al-Assaf; Clayton (2017).

Os cursos de Arquitetura e Urbanismo poderiam estimular seus estudantes a aplicar sistemas e princípios BIM durante sua formação e que futuramente os

incorporariam em suas atividades profissionais no mercado (SAMPAIO, 2014). No entanto há obstáculos, como dificuldade na integração de disciplinas ou espaço para incluir novas disciplinas no currículo do curso ou, em menor grau, a falta de vontade na mudança do currículo, indisposição e desconhecimento dos professores para ensino de BIM ou tempo para o seu planejamento (BARISON; SANTOS, 2015).

Para a introdução de BIM no currículo de arquitetura, existem diferentes métodos. Não há um consenso de qual é o ideal ou mesmo da sua eficácia pedagógica quando empregada no ensino (MANDHAR; MANDHAR, 2013). Clevenger et al., (2010) sugerem incorporar BIM em cursos de graduação segundo as seguintes abordagens:

- a) Criando uma disciplina isolada de BIM, que discute os diferentes usos de BIM, com foco no uso do software;
- b) Adicionando tópicos BIM associados a conteúdos de disciplinas existentes; ou
- c) Combinando as duas abordagens anteriores.

A combinação de abordagens é a mais apreciada pelos estudantes, com um treinamento básico de software e aplicado à disciplina, para compreender a sua aplicação em um nível mais simplificado. Após o aprendizado de habilidades básicas de software, os estudantes podem ser apresentados a módulos específicos, em nível mais elevado para expandir seu entendimento de como BIM pode ser explorado para melhorar diferentes aspectos do edifício Clevenger et al. (2010).

Mandhar e Mandhar (2013) e Becerik-Gerber et al. (2011) ainda defendem que é necessário integrar BIM ao ambiente de ateliê de projeto para melhor resultado. E que o seu ensino não se restrinja a um propósito limitado, como modelagem 3D, por exemplo, mas usufruir dos muitos benefícios proporcionados pelo software. Uma integração curricular, por exemplo, oferece aos estudantes a oportunidade para ir além da simples aquisição de habilidades de modelagem, mas de aplicar os conhecimento adquiridos nas diversas disciplinas em um projeto, uma abordagem construtivista entre as teorias de aprendizagem Hamza; Horne (2007).

### 2.7.1 BIM no ensino no cenário brasileiro

No Brasil, BIM está sendo implantado em cursos de Arquitetura e Engenharia Civil há algum tempo e diferentes abordagens e experiências estão sendo discutidas, como as apresentadas a seguir:

Na sua tese, Checcucci (2014) propõe a adoção integrada de BIM nos diversos componentes curriculares do curso de Engenharia Civil, enquanto Siqueira (2017) apresenta proposta para a implementação de BIM nos processos de ensino-aprendizagem no curso de Engenharia Civil. Leal (2018), por sua vez, apresenta contribuições de BIM, associados ou não a outras tecnologias, para o ensino em todos os campos do currículo do curso de Arquitetura e Urbanismo.

Para disciplinas de projeto de arquitetura, Delatorre (2014) avalia potencialidades e limitações para a implementação de BIM no seu ensino, enquanto Romcy (2017) propõe integração de modelo paramétrico e BIM no contexto do ensino de projeto e Medeiros (2015) a integração de projetos de arquitetura e estrutura com apoio de BIM nos ateliês acadêmicos. Ainda na disciplina de projeto de arquitetura, Costa (2013) apresenta uma proposta metodológica onde BIM apoia a modelagem geométrica e apresentação da proposta final do projeto, Lima (2016) uma experiência didática multidisciplinar com uso de modelo BIM para apoiar o processo de tomada de decisão no projeto de arquitetura e Andrade (2012) uma experimentação e transformação da forma arquitetônica a partir de dados e informações de modelo BIM na prática do projeto arquitetônico.

O Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM (ENEBIM), nas edições de 2018<sup>7</sup> e 2019<sup>8</sup>, reuniu professores e pesquisadores para compartilhar experiências envolvendo BIM no ensino em cursos de Arquitetura e Engenharia Civil. Especificamente para cursos de Arquitetura, nestes dois encontros, foram apresentadas experiências, como o de BIM no apoio de ensino em disciplinas de projeto de arquitetura Coswig et al. (2018) e Schulz; Ponzio (2019), projeto de instalações prediais Staut; Ilha (2018), projeto integrado Sotelino; Travassos (2018), informática aplicada ao curso de arquitetura Araujo et al. (2019) e Soares; Albuquerque (2019), representação gráfica Piaia; Avila (2019), história Ribeiro;

---

<sup>7</sup> ENEBIM 2018: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/enebim/index/schedConfs/archive>

<sup>8</sup> ENEBIM 2019: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/enebim2019/enebim>

Simonini (2019), o próprio ensino de BIM Braga; Santos (2019), entre outras. Com exceção de trabalhos de Ito e Scheer (2018) e Ito e Scheer (2019), não foram apresentadas experiências didáticas envolvendo o estudo de precedentes de arquitetura a partir de modelos BIM para o ensino de projeto de arquitetura. Existem pesquisas correlatas, como o HBIM (*Historic Building Information Modeling*), no trabalho de Ribeiro e Simonini (2019), cujo propósito era promover a integração das disciplinas de História e Expressão Gráfica e, ao mesmo tempo, contribuir para preservar a memória de referenciais de arquitetura, estudar de maneira profunda a obra modelada e ensinar software BIM aos estudantes.

### 2.7.2 Estudo de edifícios precedentes com sistemas BIM

Como estratégia para aprendizagem do processo de análise, síntese e avaliação de projeto de arquitetura, Leite (2017) propõe o estudo de edifício precedentes a partir de protótipos digitais, mas não produzidos por sistemas BIM.

Enquanto Kensek e Noble (2014), por outro lado, propõem usar sistemas BIM para explorar o modelo BIM e elaborar diagramas. Os diagramas podem expressar a geometria e proporção ou semânticas emocionais e associativas do projeto, explicitar elementos do edifício que são referências de precedentes históricos, apoiar o julgamento das semânticas do projeto, as intenções estéticas e expressivas do projeto, bem como a analisar, compreender e fazer novas descobertas de um edifício de uma maneira rigorosa e objetiva (KENSEK; NOBLE, 2014).

Outra proposta, para estudar precedentes arquitetônicos a partir de modelos BIM, é a possibilidade de separar as partes do edifício, espaços, densidade, função, fenestração, acessos Senbel et al. (2013) de decompor o edifício para estudo aprofundado Quattrini et al. (2015).

## 2.8 RESUMO DO CAPÍTULO

O processo de projeto em disciplinas de projeto de arquitetura é representado por uma progressão de etapas subsequentes em um crescente de definições. Além de habilidades na atividade de projeção, a disciplina de projeto de arquitetura deve promover a aquisição, produção e compartilhamento do conhecimento arquitetônico contidos nas soluções arquitetônicas de obras existentes.

O repertório de conhecimento arquitetônico pode ser obtido pelo acesso a informações arquitetônicas, explícitas e implícitas, contidas em Modelos Arquitetônicos, com apoio de sistemas BIM possibilitam para uma investigação reflexiva de obra precedente.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

#### 3.1 CONTEXTO

No Capítulo 2 foi apresentada revisão bibliográfica relativa ao ensino da disciplina de projeto de arquitetura, o repertório arquitetônico e modelos da informação arquitetônica com o objetivo de estabelecer os fundamentos teóricos que sustentam a esta pesquisa.

O Capítulo 3 apresentará os procedimentos metodológicos escolhidos para o desenvolvimento desta pesquisa. Para uma melhor compreensão, inicialmente são apresentados a caracterização do problema, propósito da pesquisa, método de pesquisa adotado, a estrutura de desenvolvimento da pesquisa e um panorama geral da pesquisa. Na sequência são detalhadas as estratégias de desenvolvimento da pesquisa.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O estudo de edifícios da arquitetura precedente no processo de ensino-aprendizagem, em disciplinas de projeto, é o meio para a aquisição de repertório arquitetônico, fundamental para a concepção de novos projetos. Os modelos de informação criados por sistemas BIM, que estão consolidados no mercado de projetos, podem contribuir no estudo de edifícios precedentes. Dentro deste contexto, este trabalho pretende responder como modelos de informação arquitetônica pode contribuir para aquisição de repertório arquitetônico.

#### 3.3 PROPÓSITO DA PESQUISA

Esta pesquisa teve como propósito analisar as contribuições dos modelos de informação para a aquisição de repertório arquitetônico, a partir do estudo de precedentes arquitetônicos, durante o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Projeto de Arquitetura.

O método principal de pesquisa adotado foi o Experimento Controlado, para avaliar artefatos criados com a orientação da *Design Science Research* (DSR).



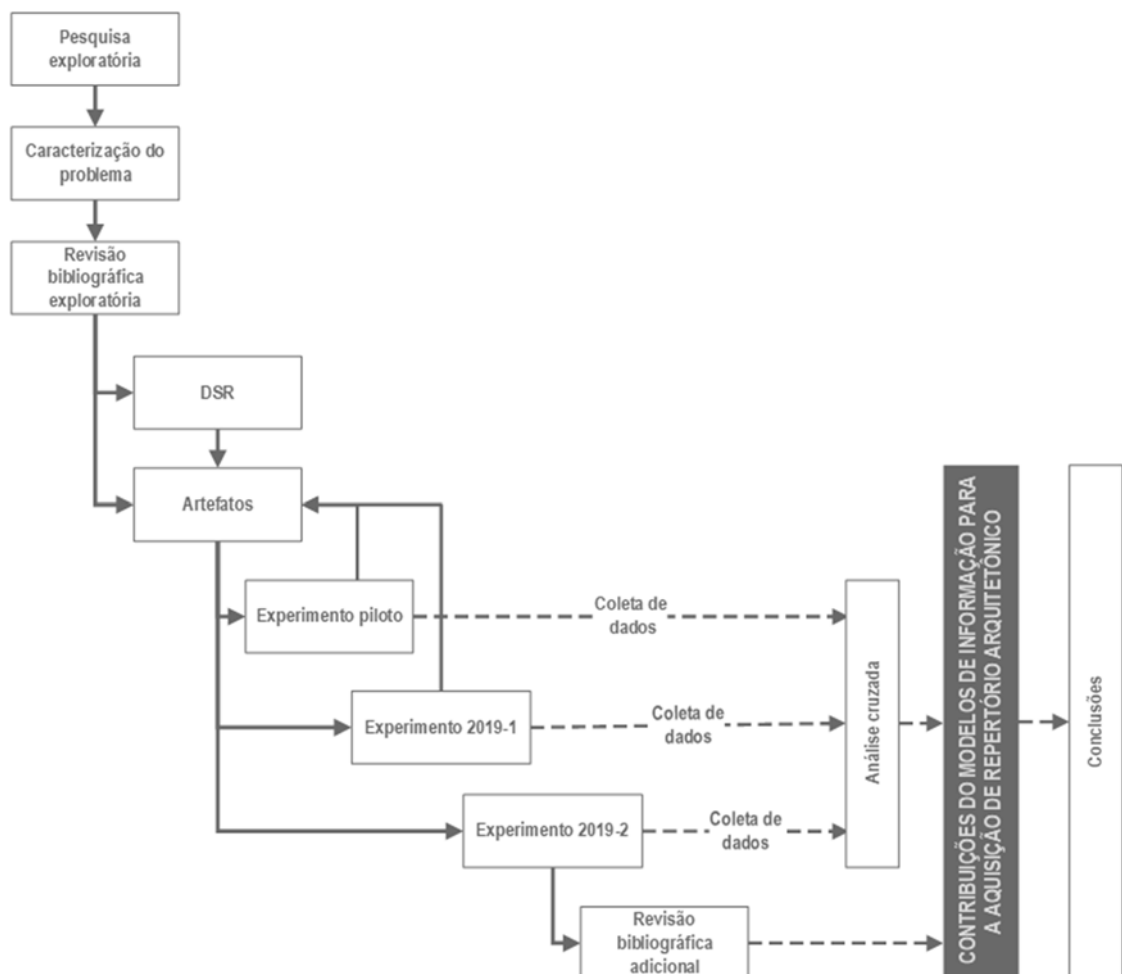
### 3.4 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO

O problema da pesquisa é a aquisição de repertório arquitetônico a partir de modelos de informação em disciplinas de projeto de arquitetura. Para resolver esse problema da vida real, foram formalizados artefatos que contribuam para melhor compreensão de aspectos arquitetônicos dos edifícios estudados.

### 3.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

A pesquisa para o desenvolvimento deste trabalho obedeceu às fases conforme representadas na FIGURA 3.1, com o objetivo de analisar as contribuições de modelos de informação para aquisição de repertório arquitetônico a partir de precedentes de arquitetura em disciplinas de projeto de arquitetura.

FIGURA 3.1 - ESTRUTURA GERAL DA PESQUISA



FONTE: O autor (2020)

### 3.5.1 *Design Science Research*

A *Design Science Research* (DSR) é um método que orienta o desenvolvimento de artefatos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, e comunicar resultados obtidos. Diferente das ciências humanas, a DSR procura “representar, entender e refletir criticamente a respeito da experiência das pessoas que compõem a organização” (LACERDA et al., 2013 p. 744). Nesta pesquisa, como o objetivo é analisar as contribuições do artefato proposto para a aquisição de repertório arquitetônico no curso de arquitetura, um problema real, foi utilizada a DSR para a sua construção e avaliação.

Artefatos são produzidos para mudar um sistema, resolver problemas ou melhorar o desempenho. O resultado do estudo dos artefatos tem natureza prescritiva, voltada à solução de problemas e não como pesquisa exploratória, descritiva ou explicativa das ciências tradicionais (DRESCH et al., 2015).

Os tipos de artefatos propostos por March e Smith (1995), são:

- a) Constructos ou conceitos. Conceituação usada para descrever problemas dentro do domínio e especificar suas soluções.
- b) Modelos: É um conjunto de propostas ou declarações que expressam as relações entre constructos.
- c) Métodos: criações típicas das pesquisas baseadas em *Design Science*, é um conjunto de passos ou diretriz, usado para executar uma tarefa.
- d) Instanciações: são artefatos que instruem como implantar ou operacionalizar outros artefatos e para a geração de possíveis resultados em um contexto real.

Este trabalho propõe o uso de Modelos da Informação Arquitetônica para o estudo de edifícios da arquitetura precedente nas disciplinas de projeto de arquitetura. Estes Modelos, construídos por meio de sistemas BIM, contém, além das informações da construção, informações de aspectos arquitetônicos dos edifícios. Tanto o Modelo como a Modelagem para estudo de edifícios, detalhados no Capítulo 4, são artefatos

do tipo Método que, segundo March e Smith (1995), exigem um conjunto de passos para desempenhar as tarefas aos quais são pretendidos.

### 3.5.1.1 Validade da pesquisa

Os artefatos desenvolvidos na pesquisa baseada em Design Science são a “prova da sua validade” (DRESCH et al., 2015, p.96). A sua utilidade, qualidade e eficácia devem ser confirmadas por métodos de avaliação (HEVNER et al., 2004), disponíveis na base de conhecimento (QUADRO 3.1).

QUADRO 3.1 - MÉTODOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE ARTEFATOS

Forma de avaliação	Métodos e técnicas
Observacional	Estudo de Caso: estudar o artefato em profundidade no ambiente Estudo de Campo: monitorar o uso do artefato em múltiplos projetos
Analítico	Análise Estática: examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas Análise da Arquitetura: estudar o encaixe do artefato na arquitetura técnica do sistema técnico geral Otimização: demonstrar as propriedades ótimas inerentes ao artefato ou proporcionar os limites de otimização no comportamento do artefato Análise Dinâmica: estudar o artefato em uso para avaliar as suas qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho)
Experimental	Experimento Controlado: estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade) Simulação: executar o artefato com dados artificiais
Teste	Teste Funcional: executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos Teste Estrutural: realizar testes de cobertura de algumas métricas (por exemplo, caminhos para a execução) na implementação do artefato
Descritivo	Argumento informado: utilizar a informação das bases de conhecimento (por exemplo, das pesquisas relevantes) para construir um argumento convincente quanto à utilidade do artefato Cenários: construir cenários detalhados em torno do artefato, para demonstrar sua utilidade

FONTE: Adaptado de Hevner et al. (2004, p.86)

E dentre as formas de avaliação dos artefatos proposto por Hevner et al., (2004), o mais adequado para esta pesquisa é a Experimental e utilizando o Experimento Controlado como método para avaliar as suas qualidades.

Além dos métodos propostos por Hevner et al. (2004, p.86), Dresch et al.(2015) sugerem o uso de técnicas de grupo focal, para ser combinada com outras, para apoiar o desenvolvimento e avaliação dos artefatos.

### 3.5.2 Processo da pesquisa em *Design Science*

O processo da pesquisa em *Design Science* proposta por Vaishnavi e Kuechler (2004), ilustrada na FIGURA 3. 2, é composta por cinco etapas e respectivas saídas.

FIGURA 3.2 – PROCESSO DA PESQUISA EM *DESIGN SCIENCE*



FONTE: Adaptado de Vaishnavi e Kuechler (2004)

#### 3.5.2.1 Etapa da conscientização do problema

A pesquisa começa com a identificação de um problema teórico ou prático e a conscientização das consequências de sua existência e permanência na organização e identificar as medidas necessárias, para que os problemas sejam satisfatoriamente resolvidos. Problemas e soluções satisfatórias podem compartilhar características comuns e serem enquadrados a uma mesma Classe de Problemas (LACERDA et al., 2013). Neste caso, os conhecimentos utilizados são generalizáveis quando aplicáveis a diferentes classes de problemas, gerando novos conhecimentos ao projetar novas soluções na área em estudo.

A disciplina de projeto de arquitetura, focada em desenvolver habilidades para a atividade de projeção não promove, no seu processo de ensino-aprendizagem, a aquisição, produção e compartilhamento de conhecimento arquitetônico (MAHFUZ, 1986). O conhecimento, contido nas soluções arquitetônicas de edifícios precedentes,

contribui para a formação de repertório próprio pelo estudante que, por sua vez diminui as dificuldades na concepção de projetos de novos edifícios Oliveira (2015).

As funcionalidades do ambiente interno (artefato proposto) são a de favorecer a compreensão de edifícios da arquitetura precedente, enquanto os objetivos são de facilitar a aquisição de maior repertório arquitetônico. A interação entre o ambiente externo (disciplina de projeto de arquitetura) e o artefato acontece no momento de estudos de edifícios de precedentes de arquitetura, tanto em aulas expositivas dos professores, como durante a exploração dos modelos dos edifícios pelos estudantes.

Em pesquisa da literatura relacionada à temática “ensino de projeto de arquitetura” e “arquitetura precedente”, foram encontrados artefatos próximos aos desenvolvidos nesta pesquisa, mas de Classes de Problemas diferentes (QUADRO 3.2), mas que não atendem satisfatoriamente aos propósitos desta pesquisa.

QUADRO 3.2 - CLASSES DE PROBLEMAS E ARTEFATOS ENCONTRADOS

Classes de problemas	Artefatos	Limitações para os propósitos desta pesquisa
Ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura	Redesenho de obras precedentes (MAHFUZ, 2009)	O artefato não foi criado para aplicação no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de projeto
	Modelo de adaptação de precedentes em protótipos digitais para aprendizagem do processo de projeto de arquitetura (LEITE, 2017)	O artefato foi criado para usar precedentes para desenvolvimento de capacidades/habilidades para a realização do processo de análise/síntese/avaliação de projeto de arquitetura
Modelagem de edifícios existentes	Análises de projetos de arquitetura com uso de modelos 3D e técnicas de visualização (BOEYKENS et al., 2008)	O artefato não contempla a sua aplicação no processo de ensino aprendizagem de projeto de arquitetura
	Redesenho e maquetes físicas de obras existentes (GUILLERMO et al., 2016)	O artefato foi criado para aquisição do repertório arquitetônico a partir do redesenho de obras existentes e construção de maquete física e não para a sua aplicação no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de projeto

FONTE: O Autor (2020)

### 3.5.2.2 Etapa da sugestão

Na etapa da sugestão, por ser necessariamente uma etapa criativa, os pesquisadores podem desenvolver diferentes hipóteses e projetos provisórios, para solucionar o problema observado. Sem um projeto provisório e alinhado com os objetivos estabelecidos, o esforço da pesquisa poderá ser rejeitado (VAISHNAVI e KUECHLER, 2004).

Os artefatos sugeridos e utilizados nesta pesquisa partem da premissa de que Modelos da Informação Arquitetônica contribuem para o estudo de edifícios da

arquitetura precedente. As propostas dos artefatos foram embasadas em evidências descobertas na fundamentação teórica e nas experiências de artefatos encontrados na literatura, mesmo que de Classes de Problemas outrem.

O primeiro artefato, o Método para Estudo de Edifícios da arquitetura precedente por meio de Modelos Arquitetônicos (MEE-MA), teve como propósito criar um delineamento para estudo de edifícios precedentes, a partir de Modelos Arquitetônicos (MA) aplicados em disciplinas de projeto de arquitetura. Este artefato foi proposto tendo como ponto de partida outros, enquadrados na Classe de Problema “ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura”, encontrados na literatura. O que se esperava deste artefato era que os estudantes tivessem melhor compreensão dos diferentes aspectos do edifício estudado.

O segundo artefato proposto, necessário para operacionalizar o MEE-MA, foi o Método para Modelagem da Informação Arquitetônica (MMIA) de edifícios precedentes, para construção de Modelos Arquitetônicos (MA). Este artefato foi baseado em outros, da Classe de Problemas “modelagem de edifícios existentes” existentes na literatura. Com este artefato, os resultados esperados eram que possibilitassem que professores e estudantes investigassem o projeto em estudo durante a construção digital dos edifícios.

O conceito preliminar dos artefatos foi apresentado aos professores da disciplina de projeto que participaram da pesquisa, detalhando os propósitos, a razão da participação dos professores, sua aplicação e avaliação e resultados esperados. Os professores contribuíram com sugestões e subsídios para o desenvolvimento dos artefatos e colocaram suas disciplinas à disposição, para aplicação dos artefatos quando estivessem prontos.

O projeto provisório do artefato MEE-MA, já em estado funcional, foi colocado para avaliação do seu comportamento e desempenho no ambiente real, o ateliê, nas disciplinas de projeto de arquitetura, para testar hipóteses e identificar potencialidades e restrições iniciais para a solução do problema. Essa atividade foi fundamental para o desenvolvimento dos artefatos.

Os dados coletados e análise dos resultados estão detalhados ao final do trabalho, no Capítulo 6.

### 3.5.2.3 Etapa de desenvolvimento

A etapa de desenvolvimento refere-se ao processo de construção dos artefatos propriamente ditos (MANSON, 2006) em seu estado funcional. É quando o ambiente interno do artefato é construído (SIMON, 1996) e o pesquisador produz e aplica conhecimento durante a construção de artefatos efetivos (VENABLE, 2006). Ambiente interno é definido por Simon (1996) como os objetivos e funcionalidades do artefato, a estrutura do artefato em si, enquanto o ambiente externo é o contexto em que ele opera. Segundo Van Aken (2004), o artefato é o ponto de encontro entre um ambiente interno e o ambiente externo e se esta relação entre eles for apropriada, o artefato servirá ao propósito pretendido (SIMON, 1996).

Esta etapa consistiu no processo de construção do ambiente interno dos artefatos (MEE-MA e MMIA) para a interação com o ambiente externo (aulas das disciplinas de projeto de arquitetura). A aplicação dos artefatos nas aulas das disciplinas de projeto de arquitetura em uma situação real, onde as atividades previstas no ambiente interno dos artefatos foram descritas e seus resultados analisados, resultaram na geração de novos conhecimentos e em contribuições teóricas para esta pesquisa.

Os instrumentos de pesquisa adotados, como a pesquisa bibliográfica, os experimentos, as entrevistas e os questionários, foram basilares para o desenvolvimento dos artefatos, fornecendo subsídios para o desenvolvimento do ambiente interno, para maior compreensão do ambiente externo e para medição do desempenho dos próprios artefatos.

A aplicação dos artefatos de forma experimental nas disciplinas de projeto de arquitetura e turmas escolhidas serviram para validar os artefatos, quanto aos propósitos pretendidos, e para verificar a interação entre os modelos arquitetônicos.

### 3.5.2.4 Avaliação dos artefatos

A avaliação é o processo para verificar a validade do artefato de forma rigorosa, no seu comportamento e desempenho, no ambiente real. Lacerda et al. (2013) apresentam três componentes para avaliação dos artefatos: a) explicitação do ambiente interno, o do ambiente externo e definição dos objetivos de maneira clara e precisa; b) explicitação de como o artefato pode ser testado; e c) descrição dos

mecanismos que medem os resultados. Existem os artefatos ideais e de resultados ótimos, mas raros no mundo real, inacessíveis ou de aplicação difícil, e existem os suficientemente bons, mais próximos da realidade e que permitem obtenção de resultados satisfatórios ao problema (SIMON, 1996). Neste trabalho, pelas limitações da pesquisa, o objetivo foi a de obter um resultado satisfatório com o artefato, onde, segundo Lacerda et al. (2013), há a aceitação dos participantes envolvidos e os resultados comprovam que houve avanços em relação ao problema identificado, se comparados à situação anterior.

O Experimento Controlado foi o método de avaliação escolhido para validar os artefatos propostos e confirmar sua utilidade, qualidade e eficácia. O protocolo de pesquisa experimental está detalhado no APÊNDICE XXV.

Para certificar de que a pesquisa está indo em direção aos objetivos propostos, foram usados diferentes instrumentos de avaliação, após aplicação dos artefatos em experimentos controlados no ambiente e em situação real, envolvendo a participação de professores e estudantes<sup>9</sup>. Estudantes e professores foram divididos em dois grupos: controle e experimental. No Grupo-controle, professores e estudantes utilizaram métodos tradicionais para estudo de edifícios precedentes, enquanto no Grupo-experimental, foi aplicado o MEE-MA.

Em uma pesquisa experimental, para fins de comparação de resultados, o grupo de participantes é dividido em grupo-controle, que não recebe nenhuma intervenção, e em grupo-experimental, que é exposta a uma intervenção planejada Saunders et al. (2007).

O primeiro instrumento aplicado para o grupo experimental foi um questionário, para os estudantes responderem sobre a validade do MEE-MA e a compreensão dos aspectos arquitetônicos do edifício a partir do Modelo Arquitetônico. O segundo instrumento foi o grupo focal, para coletar impressões dos estudantes sobre os aspectos compreendidos do edifício estudado. O terceiro mecanismo foi por meio de questionário aos professores participantes do grupo experimental, para avaliar o MEE-MA. O pesquisador sempre esteve presente durante os experimentos, para apoiar o professor da disciplina na manipulação do modelo, para dar treinamento dos sistemas BIM e para entrevista do tipo grupo-focal.

---

<sup>9</sup> O projeto desta pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UTFPR em 14 de julho de 2019, segundo parecer nº 3.453.655 (ANEXO II)



Os resultados obtidos com o questionário e grupo focal aplicados aos estudantes, foram discutidos segundo os objetivos do processo de aprendizagem da Taxonomia de Bloom, revisada por Anderson et al. (2001), e esperados para esta pesquisa: . lembrar, entender e analisar.

O artefato MMIA não foi avaliado pelos professores e estudantes devido a algumas limitações: indisponibilidade de tempo dos professores; professores não terem conhecimento básico de sistemas BIM para modelagem dos edifícios; e estudantes com pouco conhecimento dos sistemas construtivos de edifícios, o que exigiria muito tempo para esta atividade. No entanto, os resultados deste artefato, que são os Modelos Arquitetônicos dos edifícios foram testados pela aplicação em situação real do MEE-MA e tiveram desempenho satisfatório.

#### 3.5.2.5 Conclusões

A etapa da conclusão é a formalização e comunicação dos resultados do artefato (LACERDA et al., 2013). Em algum momento, mesmo que ainda haja irregularidades no comportamento do artefato em relação às hipóteses formuladas, os resultados podem ser consolidados e redigidos. O conhecimento produzido na construção e aplicação dos artefatos podem ser classificados como sólidos, onde lições foram aprendidas e podem ser aplicadas repetidamente, ou com anomalias que não podem ser explicadas, mas que podem se tornar objeto de pesquisas adicionais (VAISHNAVI e KUECHLER, 2004).

Nesta etapa a hipótese formulada foi avaliada, a questão da pesquisa respondida e as principais contribuições teóricas originadas pela proposição e aplicação da solução foram apresentadas.

Os artefatos construídos foram avaliados quanto à sua utilidade, aplicabilidade e contribuição para a Classe de Problema “Ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura”.

#### 3.5.3 Método para coleta de dados

O método adotado para coleta e procedimentos de análise de dados foi a Pesquisa de Modelo Misto (SAUNDERS et al., 2007). Neste método, há combinação

nas técnicas de coleta e procedimentos de análises de dados qualitativos e quantitativos.

Os dados para esta pesquisa foram coletados de professores e estudantes de disciplinas de projeto de arquitetura da UTFPR. Para a obter dados válidos e confiáveis e ajudar a descobrir respostas ao problema e objetivos de pesquisa, foram usadas as técnicas de coleta a seguir:

a) Pesquisa exploratória

Na primeira etapa da pesquisa foi usada a técnica de Entrevista (APÊNDICE II) com grupos de professores e estudantes para conhecer os pontos de vista sobre o ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura. Foi uma entrevista do tipo não estruturada, sem uma lista predeterminada de questões, mas com uma ideia clara sobre aspectos a serem abordados para explorar em profundidade o assunto de interesse. Esse tipo de entrevista foi útil para descobrir o que está acontecendo e para procurar novos *insights* sobre o processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura (SAUNDERS et al., 2007).

b) Teste preliminar para o Questionário 1

Para avaliar o desempenho dos artefatos após os experimentos, foram usados questionários como técnica para coleta de dados. O Questionário 1 (APÊNDICE VI) foi encaminhado aos estudantes, para responderem após cada atividade dos experimentos. As perguntas deste questionário foram do tipo fechadas, com duas opções de resposta: “sim” e “não”.

Antes de ser aplicado definitivamente, os estudantes participantes do Experimento Piloto testaram o questionário, para evitar que a pesquisa chegasse a um resultado falso. Segundo Marconi; Lakatos (2003) 5 ou 10% do tamanho da amostra seriam suficientes para avaliar o questionário quanto à compreensão das questões, ao tempo necessário para sua resposta e a sequência das questões, no entanto, todos os estudantes participantes do Experimento Piloto responderam o questionário preliminarmente. Após um *feedback*, o questionário foi revisado, para então ser aplicado em novos experimentos.

### c) Distribuição do questionário

Os questionários, elaborados no *Google Forms*, foram distribuídos pelos professores das disciplinas aos estudantes participantes por meio de e-mail.

As explicações, instruções e prazos para responder o questionário foram comunicadas pelos professores das disciplinas e pelo pesquisador.

### d) Grupo focal

Após o experimento e a aplicação do Questionário 1, foi usada a técnica de Grupo Focal para entrevistar estudantes e coletar opiniões do grupo sobre aspectos do edifício precedente estudado que se destacaram e que poderiam influenciar em novo projeto (APÊNDICE IV) e (APÊNDICE V). O objetivo era avaliar o artefato desenvolvido e aplicado em situação real (LACERDA et al., 2013).

### e) Questionário 2

O Questionário 2 (APÊNDICE VII) foi direcionado para os professores participantes do Grupo-Experimental, com perguntas do tipo abertas e múltiplas escolha após a aplicação do último experimento.

## 3.5.4 Tamanho da amostra

O tamanho de amostra adequado, para que os dados coletados sejam significativos, depende da técnica adotada para coleta de dados.

- a. Grupo Focal: segundo Saunders et al. (2007), são necessários entre quatro e oito participantes, podendo chegar no máximo a doze.
- b. Questionário com estudantes: segundo Gil (2002, p.124), para que os dados coletados sejam significativos, é necessário um tamanho da amostra adequado. Considerando um nível de confiança de 95% e margem de erro de 10%, seriam necessários ao menos 83 estudantes participantes como amostra para uma amplitude da população inferior a 1000.

### 3.6 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentadas as etapas do método de pesquisa adotado, a estrutura da pesquisa e o detalhamento da DSR. A DSR foi escolhida como método para construção e avaliação de artefatos. Os artefatos foram aplicados em situação real por meio de Experimento Controlado e seus dados coletados através de questionários e entrevistas com estudantes e professores.

## **4 DESENVOLVIMENTO DE MODELO E MODELAGEM ARQUITETÔNICA**

### **4.1 CONTEXTO**

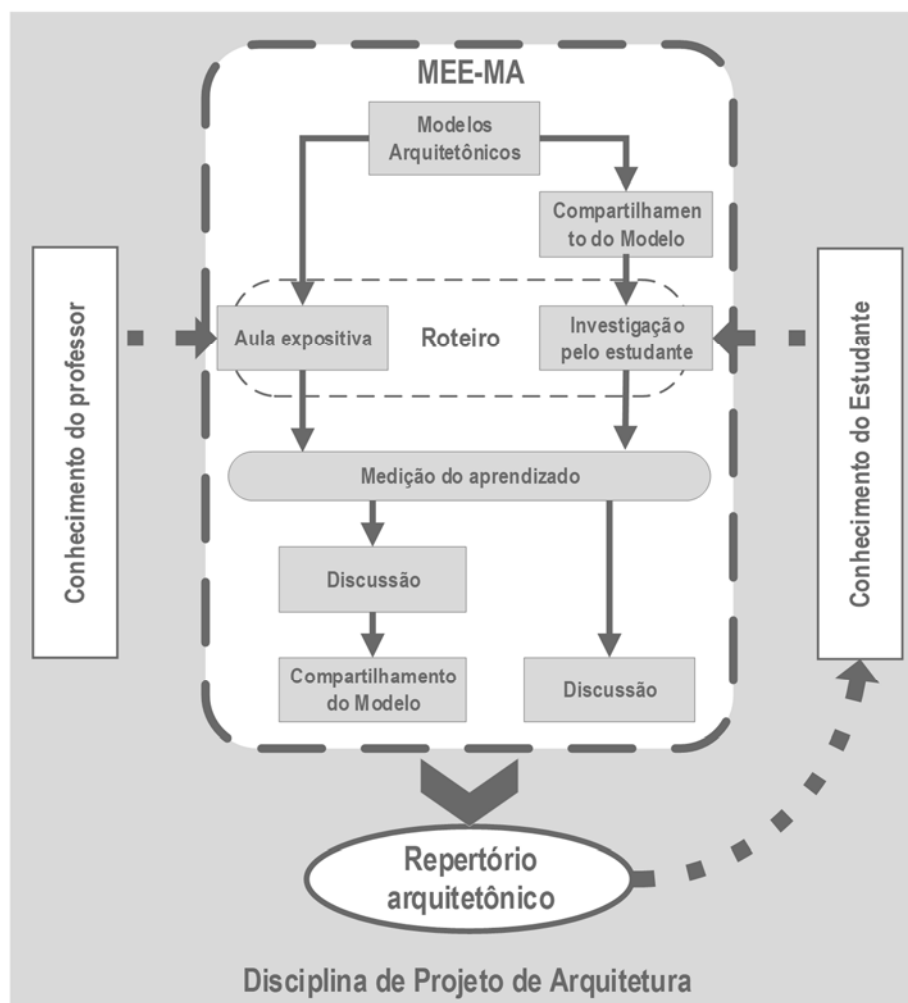
O Capítulo 3 detalhou os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento desta pesquisa. No Capítulo 4, serão apresentados e detalhados os artefatos desenvolvidos para estudo e modelagem de edifícios da arquitetura precedente e procedimentos para sua construção.

### **4.2 DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE POR MEIO DE MODELOS ARQUITETÔNICOS**

Este trabalho propõe o uso de “Modelos da Informação Arquitetônica” ou apenas “Modelos Arquitetônicos” (MA), baseados em modelos desenvolvidos em software BIM, para estudo de edifícios da arquitetura precedente, aqui denominado “Método para Estudo de Edifícios da Arquitetura Precedente por meio de Modelos Arquitetônicos” (MEE-MA). Este método pode ser aplicado em diferentes disciplinas de um curso de arquitetura, pois o estudo de edifícios da arquitetura precedente é a base para a pesquisa e aquisição de conhecimento arquitetônico (COMAS, 1985). Neste trabalho, foi delimitado o uso deste modelo em disciplinas de projeto de arquitetura.

O modelo arquitetônico pode ser usado como material de apoio para o estudo de precedentes na disciplina de projeto de arquitetura, tanto em aulas expositivas do professor, como em atividades de investigação do estudante, em sala de aula ou em casa. O MEE-MA contempla o uso dos Modelos Arquitetônicos para estas duas abordagens de estudo de precedentes (FIGURA 4.1).

FIGURA 4.1 - MEE-MA NO EXPERIMENTO



FONTE: O autor (2020)

Nas aulas de projeto de arquitetura, o MEE-MA vai influenciar nos seguintes elementos: Plano de aulas, Aula expositiva e Investigação pelo estudante, conforme detalhado no QUADRO 4.1.

QUADRO 4.1 - MEE-MA E OS ELEMENTOS DA DISCIPLINA DE PROJETO DE ARQUITETURA

ELEMENTOS DA DISCIPLINA	ATIVIDADES DIDÁTICAS
Plano de aulas da disciplina de projeto	Aspectos para análise de edifício
Aula expositiva	Roteiro
	Medição do aprendizado
	Discussão
	Compartilhamento
Investigação pelo estudante	Roteiro
	Medição do aprendizado
	Discussão

FONTE: O autor (2020)

#### 4.2.1 Plano de aulas da disciplina de projeto

O plano de aulas das disciplinas não precisam sofrer alterações, no máximo pequenas adequações, conforme os objetivos dos professores e da disciplina, para aplicar o MEE-MA no estudo de precedentes de arquitetura.

#### 4.2.2 Aula expositiva

As aulas expositivas do professor da disciplina de projetos, sobre precedentes, abrangendo aspectos para análise indicados (subtópico 4.2.4.1) e seguindo um roteiro pré-definido (subtópico 4.2.4.2), permitem ao estudante a compreensão do edifício e o capacitam a investigar edifícios nos seus diferentes aspectos. O roteiro para o uso de Modelos Arquitetônicos pelo professor, a medição da compreensão do edifício pelo estudante e o estudo do edifício pelo estudante fazem parte desta atividade em sala.

#### 4.2.3 Investigação pelo estudante

A investigação de Modelos Arquitetônicos de edifícios precedentes pelo próprio estudante durante ou fora da aula de projeto, possibilita maior autonomia no seu aprendizado. Da mesma forma que a aula expositiva do professor, para que a investigação agregue ao seu aprendizado, o estudante deve, numa primeira abordagem exploratória sobre o edifício, seguir o mesmo roteiro da aula expositiva, para que haja a compreensão do todo e das partes do edifício. Depois o estudante poderá fazer novas investigações sobre o edifício, com ainda mais autonomia.

#### 4.2.4 Atividades didáticas na disciplina com o MEE-MA

O MEE-MA altera a dinâmica e organização das aulas e atividades didáticas relativas ao estudo de precedentes de arquitetura. Deve ser dedicado um momento nas aulas para explicação aos estudantes de cada uma das atividades, para que eles compreendam os objetivos do MEE-MA na disciplina.

#### 4.2.4.1 Aspectos para análise de um edifício

Para que haja uma compreensão do todo e das partes que compõem um edifício, a sua análise deve considerar os aspectos arquitetônicos a seguir:

- a) Implantação (Vegetação, Clima, Topografia, Ruídos, cheiros, vistas, Entorno imediato, Fluxo de veículos).
- b) Aspectos funcionais (Programa arquitetônico, Hierarquia dos ambientes, Articulação dos ambientes para acomodar o programa, Relacionamentos entre ambientes, Dimensões de ambientes, Equipamentos e mobiliários para apoiar o uso do ambiente).
- c) Aspectos Técnicos (Materiais, Sistemas construtivos, Sistemas prediais, Sistemas estrutural, Influência dos materiais nas características da arquitetura).
- d) Aspectos Compositivos (Dinâmica espacial, Significado da forma do edifício, Estratégias para compor o edifício pela subtração e adição, Percepção do volume e relações com as partes do edifício, Exploração de elementos para materializar Ideias de frequência, padrões, simplicidade, regularidade, aleatoriedade, simetria, equilíbrio, hierarquia e complexidade no edifício, Exploração de luz natural).

#### 4.2.4.2 Roteiro para análise de edifício precedente

A análise de um edifício precedente por meio de Modelos Arquitetônicos é mais eficiente quando há um roteiro ordenando a explicitação dos aspectos do edifício e do todo para as partes. Um roteiro, segundo Silva (1986), é uma estrutura lógica para análise das soluções arquitetônicas e que contribui para aumentar a capacidade de aprendizado pelo estudante. Para análise dos Modelos Arquitetônicos, foi proposto o roteiro a seguir:

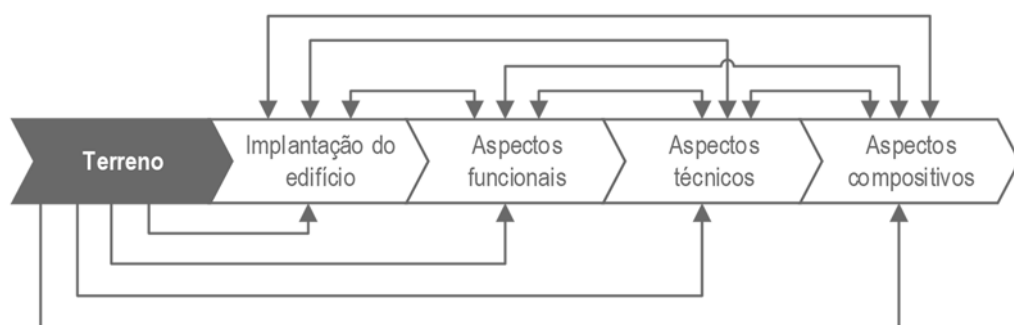
- a) O terreno, a morfologia do seu entorno imediato, sua topografia, sistema viário, orientação solar, visadas, entre outras potencialidades.



- b) Implantação do edifício no terreno, relacionando as estratégias compositivas, organização dos espaços e acessos com as características do terreno e do seu entorno imediato que direcionaram ou influenciaram o seu partido arquitetônico.
- c) Aspectos funcionais do edifício em si, apresentando os setores do programa arquitetônico, sua organização espacial, acessos, circulações, proporção das áreas por meio de vistas de plantas ou isométricas seccionadas.
- d) Aspectos técnicos e sua relação com o programa do edifício e aspectos compositivos. Sistema estrutural adotado, modulação de pilares, sistema construtivo, interferências na topografia, sistemas de controle ambiental.
- e) Aspectos compositivos, explicitando as estratégias e recursos adotados no edifício e sua relação com o programa, aspectos técnicos, entorno imediato e terreno.

O ponto de partida do estudo de um edifício precedente é o terreno, que influencia em todos os aspectos do edifício. A análise, para ser profunda, não deve focar nos aspectos dos edifícios, de forma isolada, mas também compreender a influência e a relação de um aspecto com os demais (FIGURA 4.2).

FIGURA 4.2 - PROCESSO DE ANÁLISE DE PRECEDENTES



FONTE: O autor (2020)

O Modelo Arquitetônico permite ao professor e estudantes navegar e descobrir o edifício, de forma livre, tanto mais quanto maior o domínio sobre o software

de visualização do modelo ou acessar vistas salvas anteriormente, obedecendo a um roteiro pré-estabelecido.

#### 4.2.4.3 Medição do aprendizado

O nível de aprendizado de aspectos dos edifícios expostos durante a aula pode ser medido, de forma quase simultânea, por meio de questionários elaborados conforme os objetivos de cada aula e usando o *Google Forms*. É uma maneira de avaliar se há necessidade de reforçar a explicação de algum aspecto do edifício exposto, sob outros pontos de vista ou mesmo manipulando o modelo, isolando as partes que interessam, para tornar a explicação mais didática e facilitar a compreensão do estudante.

A aprendizagem devem ser medida segundo os objetivos do processo de aprendizagem da Taxonomia de Bloom esperados para trabalho: lembrar, entender e analisar.

#### 4.2.4.4 Compartilhamento

O Modelo Arquitetônico pode ser compartilhado, para que os estudantes continuem os estudos e aprofundem as análises do edifício, a partir da aula expositiva, para que façam novas descobertas ou compreendam os aspectos sob outras lentes, sem a influência do professor.

#### 4.2.4.5 Discussão

A partir das respostas no *Google Forms*, o professor terá condições de avaliar o nível de compreensão dos estudantes sobre o edifício em estudo e fazer correções, discutir e complementar a análise de pontos que os estudantes não conseguiram compreender corretamente no edifício.

### 4.3 MÉTODO PARA MODELAGEM ARQUITETÔNICA

A modelagem de edifícios existentes é um processo muito distinto da de um projeto de um novo edifício. Em novos projetos o processo de modelagem obedece

ao ritmo e sequência das várias etapas da sua concepção, desenvolvimento e amadurecimento, em um fluxo não necessariamente linear e contínuo, e tem como resultado a geração da documentação e informação para a sua gestão e construção. Já em edifícios existentes, não há decisões a tomar sobre a sua concepção, nem o envolvimento de especialistas de outras áreas, portanto, o fluxo de modelagem tende a ser linear e contínuo. Para atender a essa especificidade, foi proposto o “Método para Modelagem da Informação Arquitetônica” (MMIA).

#### 4.3.1 Conceito da modelagem arquitetônica

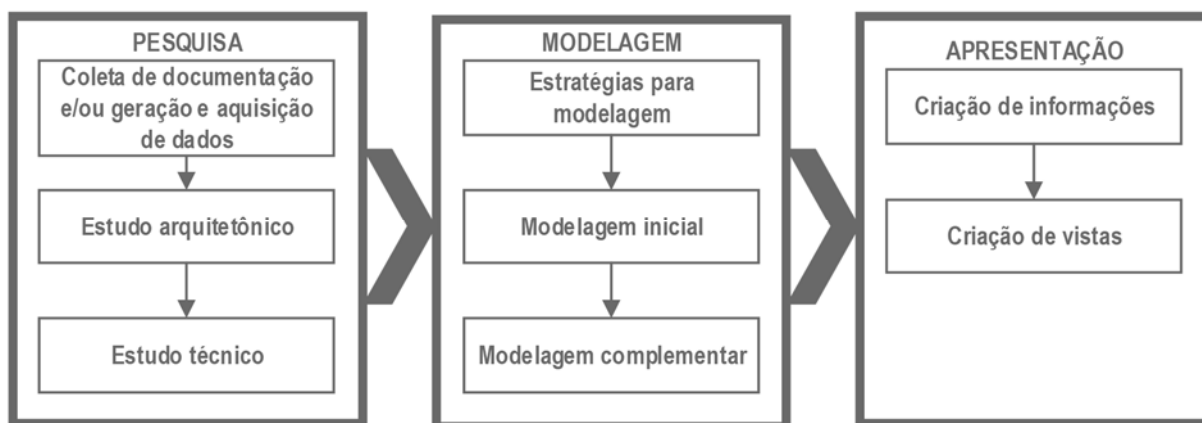
Parafraseando Eastman et al. (2011), “modelo da informação arquitetônica” é resultado da atividade de modelagem. A “modelagem da informação arquitetônica”, ou apenas “modelagem arquitetônica”, para os objetivos desta pesquisa, se refere ao processo para a reconstrução digital tridimensional de edifício existente, por meio de sistemas BIM, para a inclusão de informações arquitetônicas (PAUWELS et al., 2008). Esse modelo arquitetônico deve ser tridimensional, para que tenha capacidade de compartilhar qualidades próprias da arquitetura como a materialidade e espacialidade e até o processo construtivo (ROZESTRATEN, 2004).

#### 4.3.2 A modelagem arquitetônica

No entanto, para a modelagem de edifícios cujo propósito é gerar um objeto de estudos para estudantes e professores de arquitetura, como é o caso deste trabalho, é necessário estabelecer uma série de rotinas e procedimentos para organizar material coletado, estudar o edifício e definir estratégias para modelagem e, desta forma, minimizar retrabalhos para criação do modelo. A modelagem não se restringe à geometria, mas também às informações do objeto. Quando não há planejamento na modelagem tridimensional, seja em sistema BIM ou não, é muito trabalhoso e às vezes impossível fazer correções e ajustes na geometria de elementos ou nas informações inseridas ou anexadas, quando o modelo está em um estágio avançado de desenvolvimento.

Para a modelagem arquitetônica de um edifício precedente propõe-se neste trabalho um método composto de três fases, que se subdividem em oito etapas, como ilustrada na FIGURA 4.3. Uma fase é pré-requisito para a outra.

FIGURA 4.3 - ESTRUTURA DO MMIA



FONTE: O autor (2020)

#### 4.3.3 Detalhamento da fase da pesquisa

A fase da pesquisa tem como atividades a coleta da documentação do edifício a ser modelado, o estudo arquitetônico e o estudo técnico. Nessa fase devem ser obtidos todos os subsídios para que a modelagem seja possível

##### 4.3.3.1 Coleta de documentação e/ou geração e aquisição de dados

A documentação referente aos projetos do edifício pode ser coletada em sites especializados e livros de arquitetura, com o proprietário do edifício ou com o autor do projeto do edifício. O ideal sempre é obter a documentação diretamente com o autor do projeto, quando possível, para reduzir o trabalho da coleta e ainda conseguir informações completas sobre o edifício.

Em relação ao autor do projeto, nem sempre eles disponibilizam o todo ou parte do projeto, por exigências contratuais do seu cliente ou porque ele não deseja que terceiros tenham acesso aos segredos do seu trabalho. Mas quando o autor autoriza, podem ser solicitados arquivos CAD/BIM, PDF ou, quando muito antigos, desenhos impressos. Em edifícios antigos, pode haver um outro limitante: o autor pode não estar mais vivo e a documentação dos projetos pode ter se perdido.

Quando é necessário recorrer a sites e livros especializados, o trabalho da coleta de dados é muito mais complexo, pois será necessário fazer levantamentos em todas as fontes possíveis para obter os dados necessários para a criação do modelo, como desenhos, modelos 3D, fotografias e informações textuais. E mesmo assim, nunca o material disponível sobre o edifício será completo. Nesses casos, será necessário fazer suposições, baseado em outros edifícios do mesmo autor, ou recorrer a edifícios de outros autores da mesma época para conseguir informações o mais fiéis possível.

Uma outra forma de obtenção de dados, quando as informações não estão disponíveis, é visitar o edifício para executar levantamentos arquitetônicos e topográficos, fotogrametria digital ou nuvem de pontos a partir de *laser scanning* para a reconstrução virtual do edifício e seus ambientes internos, com grande grau de precisão dimensional.

Todos os dados coletados, em qualquer situação, devem ser analisados para verificação de inconsistências.

#### 4.3.3.2 Estudo arquitetônico

O estudo do material coletado é importante para a compreensão dos diversos aspectos arquitetônicos do edifício, no todo e nas partes, antes de iniciar sua modelagem.

- a) Implantação: a análise da implantação fornece várias informações sobre o edifício, como o contexto urbano onde o edifício se insere, a topografia do terreno e das adjacências.
- b) Aspectos funcionais: levantamento de todos os ambientes, com suas áreas e layout; e organização em setores ou zonas do edifício. São informações necessárias para inserir no modelo e para criar volumes sólidos de cada ambiente, para estudo do programa e relações entre setores.
- c) Elementos: levantamento de todos os elementos arquitetônicos que formam o edifício, identificação dos singulares e dos repetidos, suas dimensões e especificações. Essa atividade é necessária para o

planejamento e modelagem de elementos e atribuir ou definir parâmetros de instância ou de tipo, antes de iniciar a modelagem do edifício. Como resultado, será formada uma biblioteca de todos os componentes do edifício.

- d) Compositivo: a compreensão da volumetria do edifício e relação entre volumes, espaços e suas dimensões gerais. Para análise do edifício, a visualização da geometria de volumes do edifício é útil para a compreensão das estratégias compositivas, além possibilitar a identificação de repetições e padrões.

#### 4.3.3.3 Estudo técnico

A exemplo do estudo arquitetônico, a atividade do estudo técnico tem a função de analisar aspectos técnicos do edifício como sistema construtivo, sistema estrutural, materiais de construção e de acabamentos. Estes aspectos técnicos são intrínsecos à arquitetura, ou seja, são definidores da arquitetura em termos de espacialidade, plástica e materialidade.

- a) Sistema construtivo: especificações, dimensões e acabamento dos materiais empregados nos elementos do edifício, como paredes, divisórias, pisos, tetos, coberturas, esquadrias, rodapés, corrimãos, guarda corpos, bancadas, aparelhos sanitários, entre outros.
- b) Estruturas: levantamento de todos os pilares/columnas, cortinas, vigas, lajes, pisos, tesouras, identificando dimensões, tipos e materiais utilizados para sua execução.
- c) Topografia: análise da intervenção na topografia natural, para compreensão de platôs, cortes, aterros, taludes e contenções, necessários para construção do edifício, e identificação de níveis e caimentos.

#### 4.3.4 Detalhamento da etapa da modelagem

Após a etapa de pesquisa foi iniciada a da modelagem BIM usando o sistema de autoria BIM Autodesk Revit<sup>10</sup>, no entanto, houve necessidade de uma série de procedimentos preliminares e estratégias para modelagem do edifício e a sequência em que o edifício é construído.

##### 4.3.4.1 Estratégias para modelagem

a) Modelagem do terreno e seu entorno: raramente um levantamento topográfico do terreno estará disponível, pois geralmente os edifícios escolhidos para estudo da arquitetura precedente não foram projetados recentemente. Neste caso, para modelagem do terreno e entorno imediato em sistemas BIM, os dados da superfície podem ser importados do Google Earth, na sua versão Pro, por meio de plugins como o CADtoEarth para o Autodesk Revit e ser usado como base topográfica. Como essa superfície não é precisa como a de um levantamento planialtimétrico feito por meio de estação total ou Laser Scanner, muitas vezes será necessário fazer correções nos níveis. Definida a superfície da área do terreno e seu entorno, executar:

- Modelagem das ruas e calçadas a partir de imagens ou fotos aéreas.
- Modelagem de edifícios existentes do entorno como volumes sólidos, representando as suas dimensões externas, de forma simplificada. Para modelagem dos edifícios, o perímetro do edifício é obtido pela imagem da vista aérea obtida Google Earth e inserido no Autodesk Revit. E as alturas dos edifícios são obtidas no Google Street View.
- Georreferenciamento do terreno, ou posicionamento no mundo real segundo coordenadas geográficas, para análise da insolação sobre o edifício.

---

<sup>10</sup> Para a modelagem dos edifícios, foi usado o Autodesk Revit 2019

## b) Elaboração de croquis e desenhos 2D à mão

A compreensão do edifício nas suas partes e no todo é um passo importante antes de iniciar a modelagem tridimensional no sistema BIM. O uso de croquis e desenhos 2D manuais ajudam a explicitar as informações e a planejar a modelagem. Como defende Rozestraten (2004), a modelagem manual é uma experiência construtiva real, sequencial e multissensorial no processo investigativo de conhecimento e criação da arquitetura.

- Croquis e desenhos 2D do terreno com definição do perímetro dos platôs e seus níveis, taludes e suas inclinações, áreas impermeáveis e permeáveis.
- Níveis de todos os pavimentos do edifício e desníveis.
- Croquis dos pavimentos do edifício, com definição dos seus limites, aberturas nas lajes, arremate com o acabamento das paredes externas, seus níveis acabados e no osso.
- Croquis e desenhos 2D de componentes do edifício, como esquadrias com suas dimensões, divisões, caixilhos, perfis, arremates, pingadeiras, soleiras. Escada e sua estrutura, com dimensões dos degraus, espelho, profundidade dos degraus, acabamentos dos pisos, corrimãos e guarda corpos. Forros e suas formas com seus níveis e dimensões, arremates com paredes. Paredes com dimensões e especificações do seu núcleo e diversas camadas. Pilares e colunas com as suas diversas formas e dimensões. Vigas com suas diversas formas e dimensões. Lajes e pisos com seus diferentes tipos e dimensões e as várias camadas até o piso acabado. Mobiliários fixos, com suas formas e dimensões. Tesouras de telhados, com dimensões dos componentes usados na sua estrutura. Telhados, com definição de dimensões e suas camadas. Calhas, com definição de sua forma e dimensões.
- Elaboração de tabela de elementos: relação dos elementos principais e respectivos materiais, dimensões e informações que serão representados no Modelo Arquitetônico do edifício, tais como: paredes, pilares, vigas, lajes, esquadrias, escadas, rampas, corrimãos, guarda



corpos, coberturas, tesouras, mobiliários fixos, etc.). Essa tabela ajudará no planejamento da criação de famílias de componentes BIM.

- Criação de famílias de elementos BIM: os elementos, ou componentes do edifício, devem ser criados no Autodesk Revit antes de iniciar a modelagem do edifício em si. É desejável que os componentes sejam modelos paramétricos para permitir que estes sejam mais flexíveis e permitam alterar suas dimensões, por exemplo, sem a necessidade de desconstruir o modelo do componente, mas apenas adaptar ao edifício, sem perder suas informações e características físicas.

Entre os seis níveis de desenvolvimento apresentados pelo BIMForum (2017), os componentes modelados em LOD300 são os mais adequados para os objetivos deste trabalho, pois a sua quantidade, tamanho, forma, localização e orientação podem ser analisados diretamente no modelo sem necessidade de recorrer a informações não modeladas.

#### 4.3.4.2 Modelagem inicial

A modelagem deve ser planejada para evitar inconsistências no modelo e retrabalhos desnecessários, conforme as seguintes etapas:

- a) Eixos: a definição de eixos é importante para modelar com precisão, nos quais elementos do edifício, como estruturas e paredes, entre outros elementos, podem ser referenciados e valores de suas cotas restritos. Normalmente os eixos são definidos em planta, nas linhas estruturais e perímetro do terreno, e nos cortes e elevações, nos níveis dos pavimentos. Os componentes BIM devem ser modelados com nível de detalhe em sua geometria e informações relacionadas para que sejam claros e confiáveis.
- b) Terreno: a superfície do terreno modelados e croquis, o terreno será alterado para receber os pavimentos, acessos, taludes.
- c) Edifício: o terreno com definições de platôs, taludes e acessos e eixos, o edifício será modelado usando a biblioteca de componentes BIM criada e croquis elaborados para compreensão do edifício. Normalmente se inicia

a modelagem com o posicionamento dos pilares, depois as lajes e vigas e na sequência são executadas as aberturas nas lajes para inserir escadas, elevadores, *shafts* e dutos.

Após a modelagem do esqueleto do edifício, o modelo será revisado, e eventuais erros ou inconsistências devem ser resolvidos nesta etapa, antes de avançar para a próxima. É mais fácil fazer ajustes ou correções no esqueleto do que em modelos com paredes.

#### 4.3.4.3 Modelagem complementar

Após a validação do modelo inicial, serão modeladas as paredes externas e internas, utilizando a biblioteca de componentes criada anteriormente. Na sequência, serão modeladas as esquadrias, forros, mobiliários fixos, cobertura e acessórios da biblioteca de componentes.

#### 4.3.5 Apresentação

Após a etapa de modelagem do edifício, informações adicionais são criadas e inseridas no Modelo Arquitetônico, para posterior extração análise dos aspectos do precedente arquitetônico.

##### 4.3.5.1 Criação de informações do edifício

As informações são criadas e inseridas no modelo após a modelagem complementar:

- a) Nas vistas das plantas, são inseridos os nomes de ambientes com áreas e indicação de níveis.
- b) São criadas vistas para visualização de ambientes e setores, com respectivas legendas, para facilitar a análise do programa do edifício.
- c) Criação de plantas contendo tabela dos ambientes
- d) *Link* para informações em bases de dados externas

#### 4.3.5.2 Criação de vistas

Nessa última etapa da modelagem, são preparadas as apresentações de todas as vistas criadas anteriormente e novas vistas podem ser configuradas e salvas. O Autodesk Revit, como outros sistemas BIM para modelagem, permite a criação de vistas de forma automática diretamente do modelo tridimensional, com exceção de diagramas, que precisam ser produzidos:

- a) Plantas: podem ser criadas vistas de planta de piso e de forro, conforme o que se deseja apresentar ou plantas específicas de um setor ou elemento, diretamente do modelo.
- b) Seções e elevações do edifício: seções e elevações do todo ou de suas partes.
- c) Vistas perspectivadas: vistas do todo o edifício ou de suas partes. Vistas explodidas do edifício, separando as partes.
- d) Detalhes: vistas de partes do edifício ou de seus componentes.
- e) Diagramas: esquemas abstratos bidimensionais criados diretamente no modelo tridimensional para explicitar aspectos arquitetônicos do edifício

#### 4.4 MODELOS ARQUITETÔNICOS PARA OS EXPERIMENTOS

Para a pesquisa experimental, foram modelados quatro edifícios a partir do MMIA proposto, cujas características estão descritas no QUADRO 5.3:

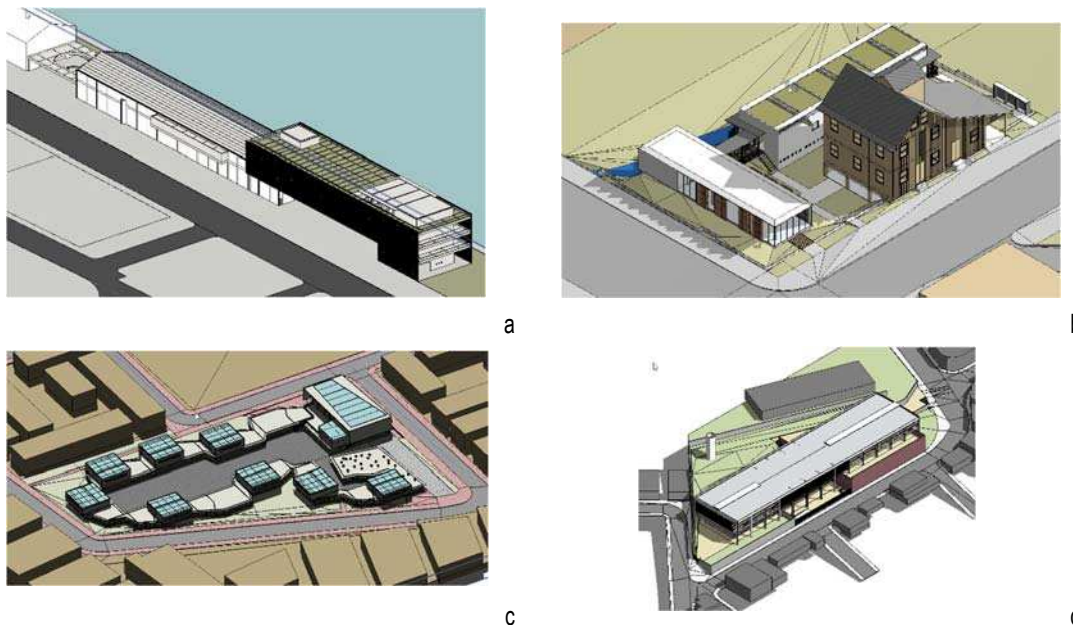
- a) Museu Cais do Sertão
- b) Museu do Pão
- c) Escola Gerardo Molina
- d) Escola Jardim Ataliba<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Link para acesso ao material de aula tradicional <https://bityli.com/1M5zH>.

Os Modelos Arquitetônicos<sup>12</sup> (FIGURA 4.4) foram preparados e aplicados nos experimentos, onde os estudantes analisaram os aspectos funcionais, compositivos, técnicos e implantação.

FIGURA 4.4 – MODELOS ARQUITETÔNICOS DOS EDIFÍCIOS



FONTE: O autor (2020)

#### 4.4.1 Modelo Arquitetônico da escola Jardim Ataliba

Para exemplificar o uso de Modelos Arquitetônicos para estudo de precedentes, foi escolhida a escola Jardim Ataliba<sup>13</sup> para ilustrar algumas informações que podem ser extraídas do edifício.

Algumas destas imagens foram salvas previamente nos modelos, para facilitar a navegação e visualização de determinados aspectos dos edifícios, no entanto, tanto o professor como o estudante podem navegar livremente pelo modelo.

O Modelo da Informação Arquitetônica, além de representar a geometria da arquitetura do edifício e suas partes, é um repositório de informações arquitetônicas

<sup>12</sup> Os modelos dos projetos fornecidos são de uso exclusivo para fins acadêmicos. A reprodução do projeto depende de autorização prévia e expressa do autor (art. 5º. Alínea XXVII da Constituição Federal e o art. 29 da Lei nº 9.610/98). Os direitos autorais sobre os projetos estão assegurados pelo art. 17 da Lei 5.194/66 e art. 22 da Lei 9.610/98.

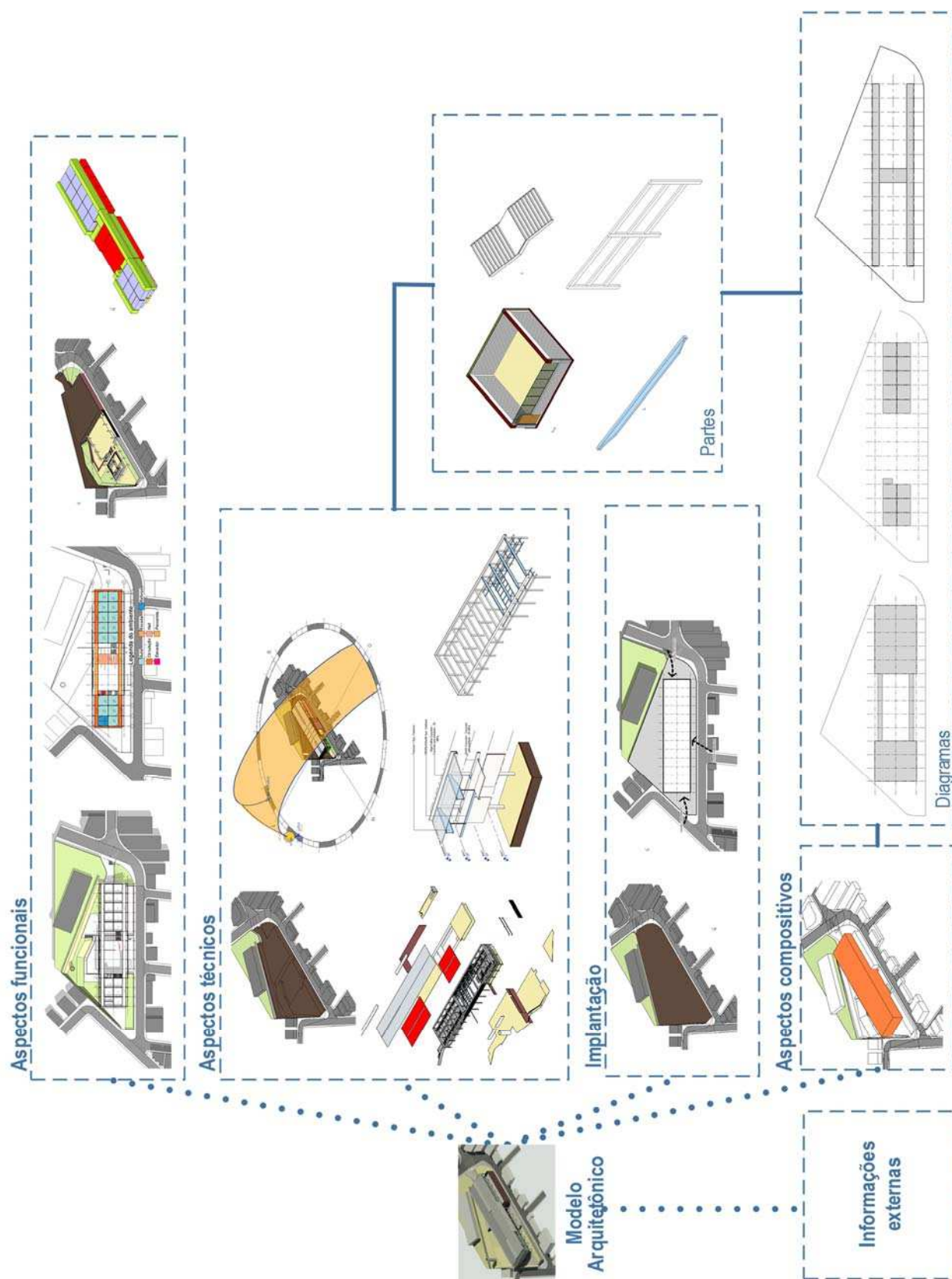
<sup>13</sup> O modelo BIM está depositado no site A360, um site da Autodesk para compartilhar e visualizar modelos. Pode ser acessado pelo link: <https://a360.co/3mKu0yv>.

explícitas e implícitas. Estas informações permitem a análise do precedente arquitetônico segundo os aspectos arquitetônicos

Para exemplificar uma análise dos aspectos dos edifícios, as imagens ilustradas na FIGURA 4.5, geradas a partir do modelo e categorizadas por aspectos, são algumas vistas salvas que o usuário poderá encontrar. Muitas destas vistas permitem analisar o edifícios sob a ótica de diferentes aspectos arquitetônicos. Além destas vistas salvas, o usuário poderá também navegar livremente pelo modelo e fazer novas descobertas sobre todo o edifício ou mesmo das partes do edifício. Por ser um modelo BIM, o usuário poderá também acessar informações, sejam as inseridas nos componentes ou externas, por meio de links para acesso a uma pasta na nuvem ou site.

No método tradicional, onde o estudo de precedentes é baseado apenas em desenhos bidimensionais do projeto, diagramas abstratos e fotografias do edifício, a compreensão do todo, das suas partes e a relação entre o todo e as partes pode ser mais limitada, por não ser possível acessar a toda informação relacionada ao precedente.

FIGURA 4.5 - INFORMAÇÕES EXTRAÍDAS DO MODELO ARQUITETÔNICO

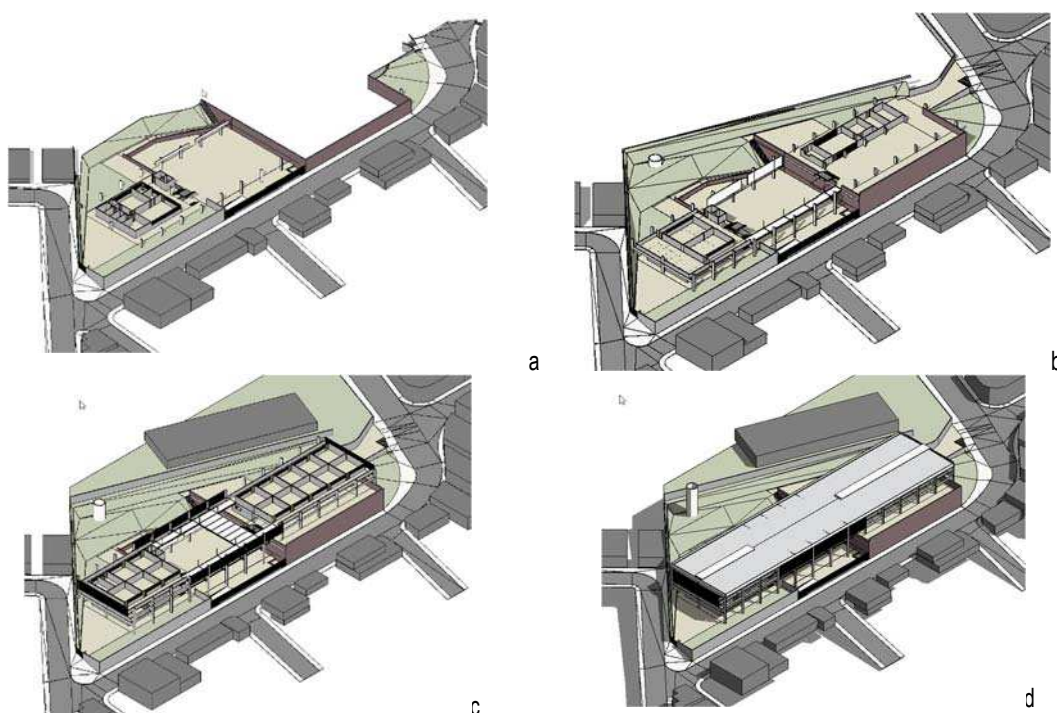


FONTE: O autor (2020)

#### 4.4.1.1 Roteiro para análise do Modelo Arquitetônico da escola Jardim Ataliba

Nas vistas gerais (FIGURA 4.6), o estudante poder ter uma compreensão do todo do edifício, sua relação com o entorno imediato e com o terreno, seus pavimentos, níveis, acessos, setores, o partido e assim por diante.

FIGURA 4.6 – VISTAS GERAIS DA ESCOLA JARDIM ATALIBA



FONTE: O autor (2020)

No entanto, para a análise deste edifício precedente a partir do Modelo Arquitetônico, considerando que estudantes podem ter diferentes níveis de repertório arquitetônico inicial ou mesmo pouca autonomia ou maturidade para investigar por conta, é necessário um roteiro, com uma estrutura lógica de análise e o que o professor da disciplina quer que o estudante aprenda. Este roteiro contempla a relação de vistas e informações encontradas no modelo, agrupadas em aspectos, para que o estudante saiba, de antemão, o que ele vai analisar. Estudante com autonomia, por sua vez, podem tirar melhor proveito do Modelo Arquitetônico e fazer novas descobertas além deste roteiro pré-estabelecido.

O roteiro, como já descrito no subitem 4.2.4.2 é formado pelos aspectos funcionais, compositivos, técnicos, implantação e terreno.

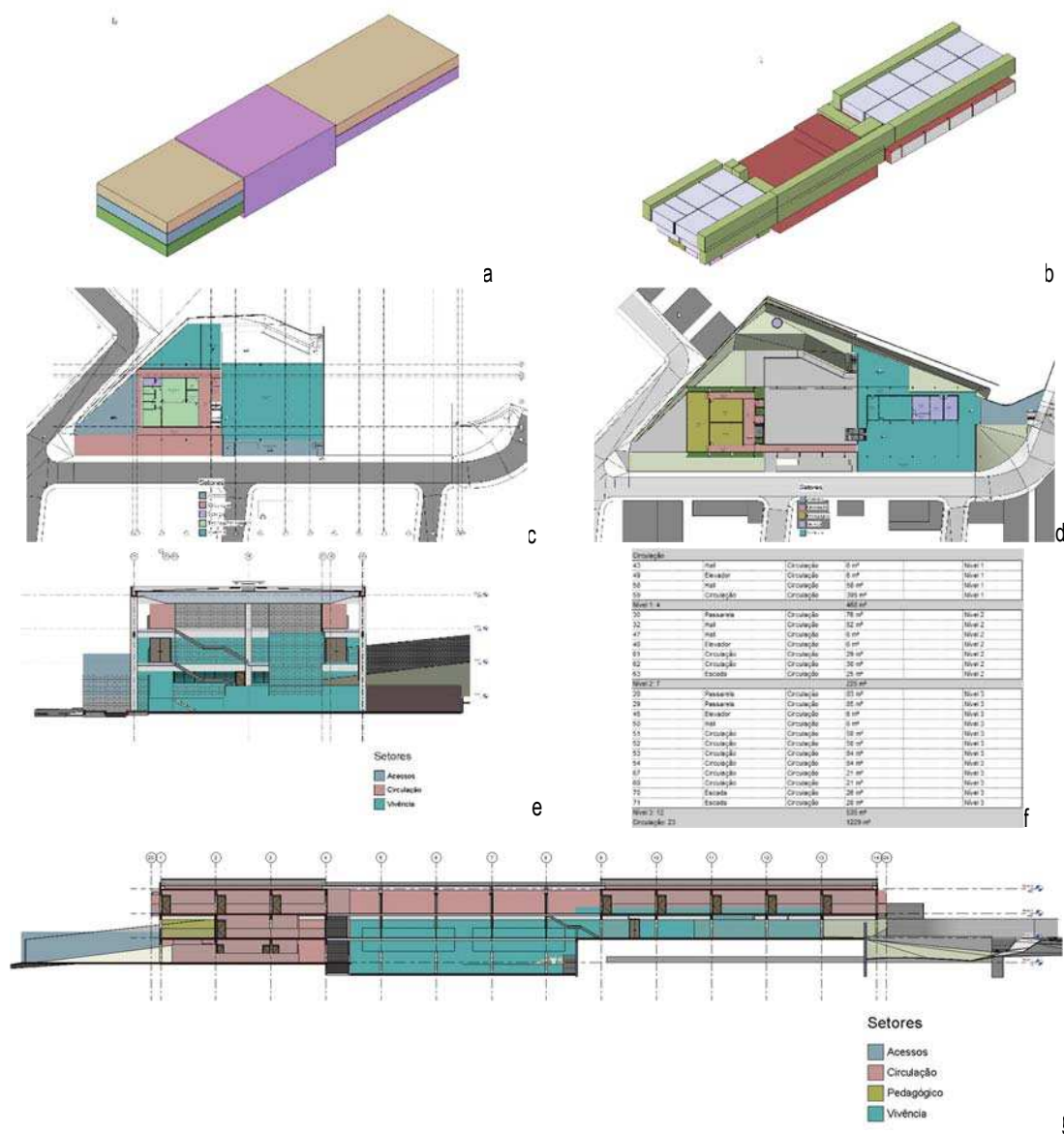


### a. Aspectos funcionais

Para análise destes aspectos, o modelo fornece:

- i. vistas de plantas e cortes setorizados com legendas para compreensão do programa,
- ii. ambientes e setores do programa arquitetônico representado por isométricas para compreensão das relações entre ambientes e setores, circulações e conexões, e
- iii. listagem de ambientes e suas áreas.

FIGURA 4.7 – VISTAS DOS ASPECTOS FUNCIONAIS



FONTE: O autor (2020)



O programa arquitetônico (f) de uma escola é extenso, organizado em setores, para seu funcionamento. Tem papel determinante na estratégia de implantação e definição do partido do edifício e influencia os outros aspectos. Neste aspecto, deve ser observada a articulação dos ambientes (b), as relações de hierarquias de atividades (a,e,5), como adjacência ou proximidades de atividades (b), dimensões dos espaços (c,d), conforme ilustrados na FIGURA 4.7.

#### b. Aspectos compositivos

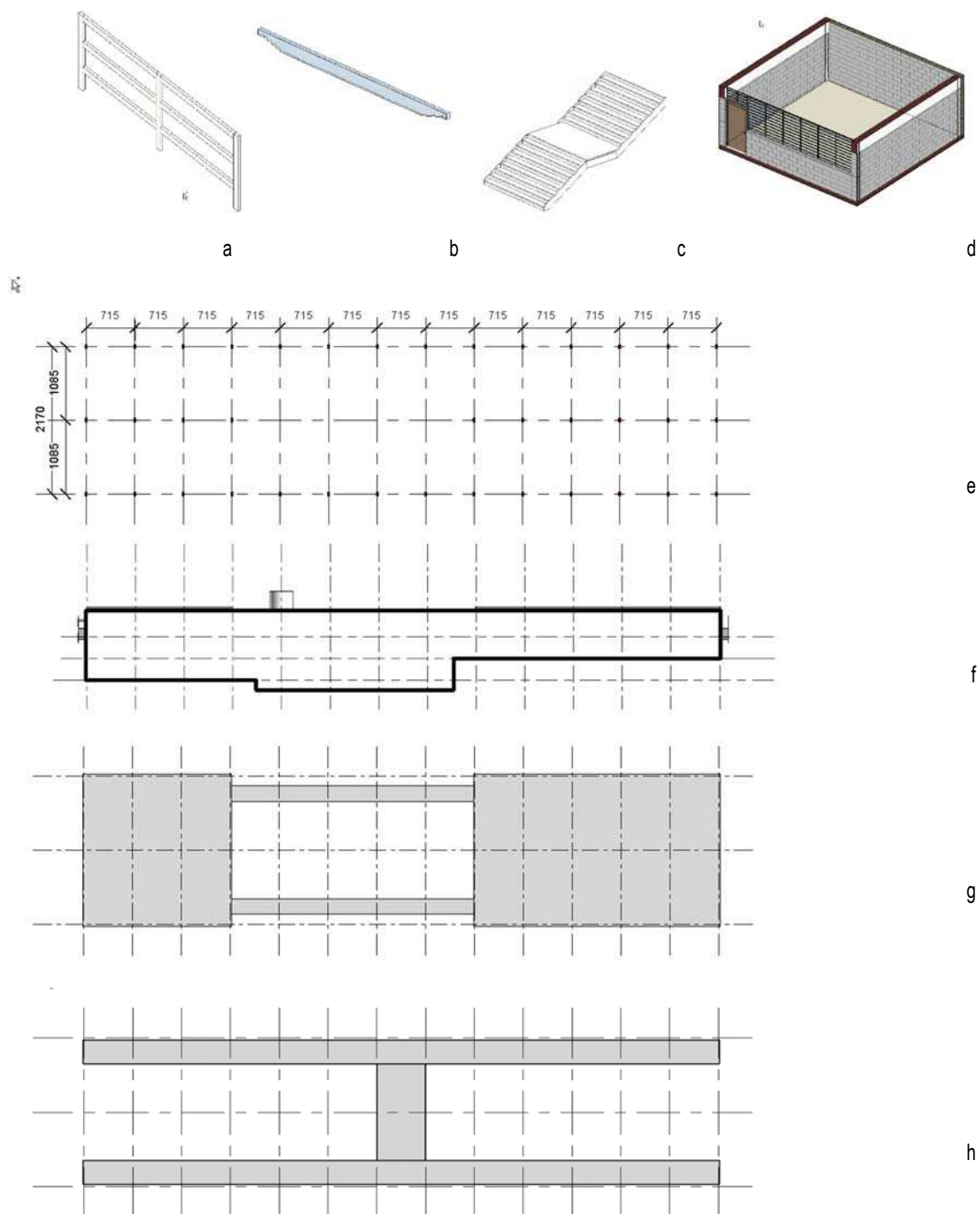
Para análise destes aspectos, o modelo fornece:

- i. Vista tridimensional das partes que se repetem e que compõe o edifício, como elementos estruturais, módulos de ambientes, esquadrias, entre outros.
- ii. Malha estrutural predominante no edifício.
- iii. Diagramas abstratos que revelam a forma do edifício, cheios e vazios, circulações etc.

São relacionados à estética do edifício e elementos usados para compor o edifício, conforme ilustrados na FIGURA 4.8. O edifício da escola Jardim Ataliba, aqui exemplificado, como tipologia arquitetônica, é percebido como um monobloco (f). Elementos estruturais como quadro estrutural (a), vigas (b), modulação de estrutura (e) compõem a forma e espaços do edifício. São definidores do partido do edifício. A escada (c) é o elementos articulador da circulação vertical e o módulo de sala de aula (d), que é padrão, juntamente com o sistema estrutural, enfatizam a modulação adotada para a composição do edifício.

Os diagramas, criados sobre as vistas geradas automaticamente no modelo, permitem destacar características do edifício analisado, e que ficam armazenados no Modelo Arquitetônico para posterior estudo e compreensão dos aspectos compositivos do edifício. Sobre uma das vistas de elevação do edifício, foi destacada a forma principal do edifício (f), que se caracteriza por um volume monobloco. Nas vistas em plantas, é possível criar diagramas que destacam a relação entre o cheio e vazio do pavimento (g), assim como as circulações horizontais principais (h).

FIGURA 4.8 – VISTAS DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS



FONTE: O autor (2020)

## c. Aspectos técnicos

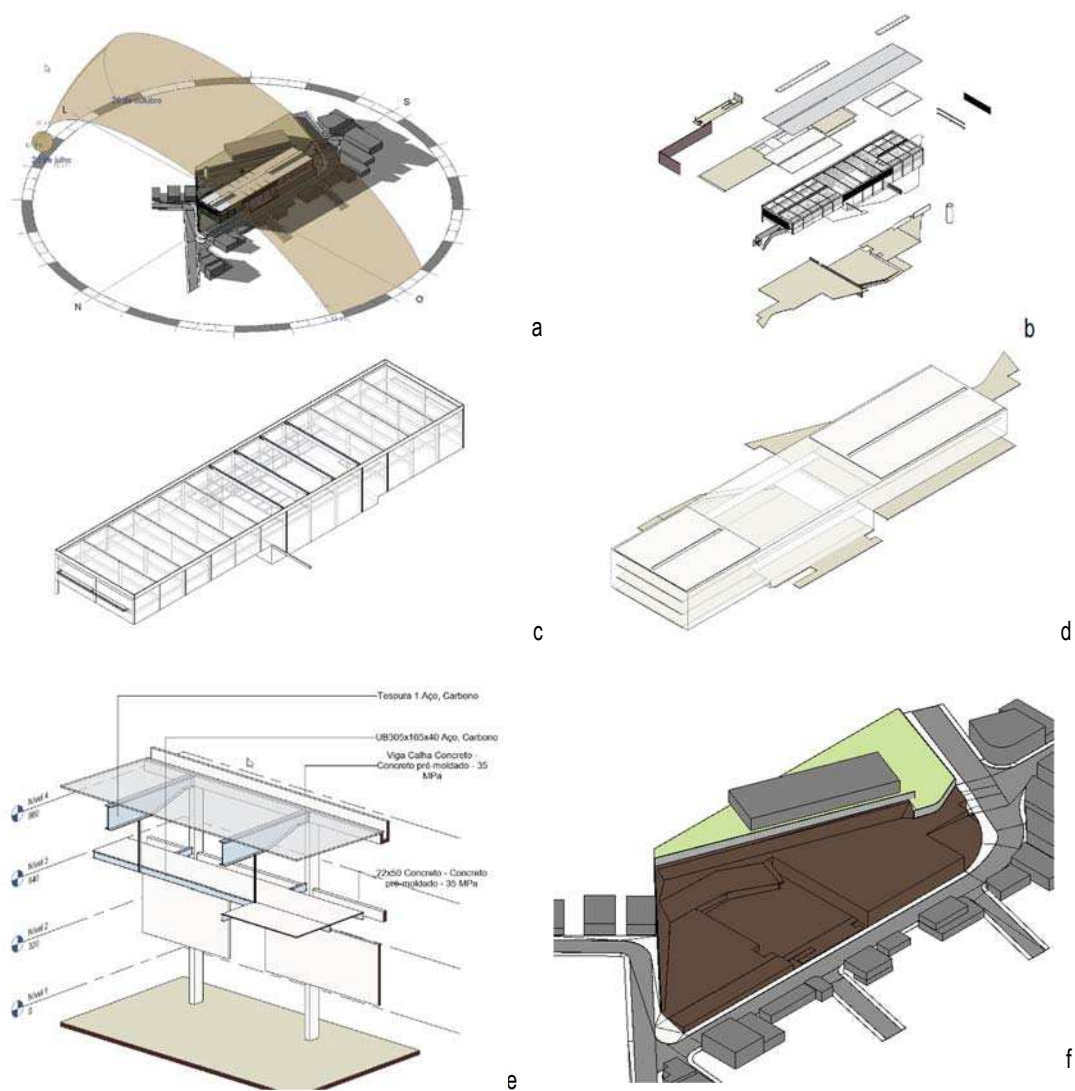
Para análise destes aspectos, o modelo fornece:

- i. Sistema estrutural
- ii. Pisos

- iii. Terreno com movimentação
- iv. Insolação
- v. Detalhes
- vi. Informações dos componentes

A FIGURA 4.9 ilustra o sistema estrutural (c,d), as partes que compõe o edifício (b), a relações entre diferentes elementos (e), sistemas de controle ambiental (a) e topografia modificada do terreno para implantação do edifício (f). A escolha destes sistemas impactam na expressão arquitetônica do edifício e seus ambientes.

FIGURA 4.9 – VISTAS DOS ASPECTOS TÉCNICOS



FONTE: O autor (2020)

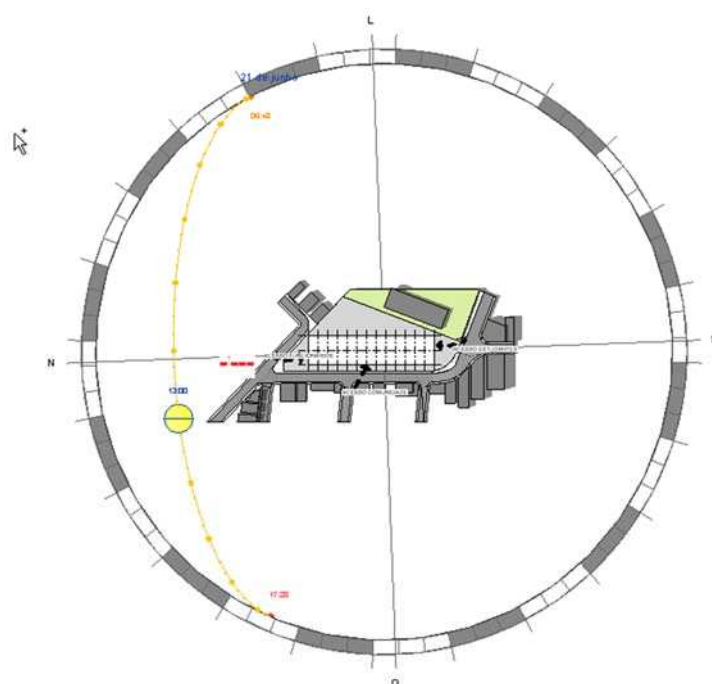
#### d. Implantação

Para análise deste aspectos, o modelo fornece:

##### i. Vista do terreno com seu entorno e insolação

Na FIGURA 4.10, na vista da implantação, são analisados a forma do terreno, a sua topografia, as vias de acesso, o caminho solar e a morfologia dos edifícios do entorno imediato, para então analisar a estratégia adotada para implantar o edifício.

FIGURA 4.10 – VISTA DA IMPLANTAÇÃO



FONTE: O autor (2020)

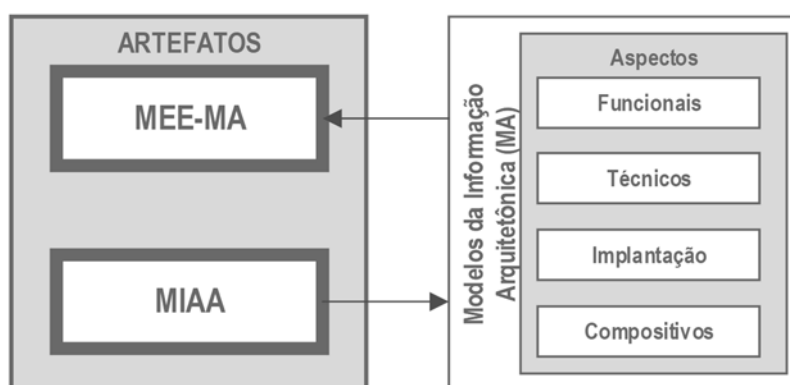
## 4.5 RESUMO DO CAPÍTULO

O estudo de precedentes arquitetônicos a partir do MEE-MA pode acontecer na forma de duas abordagens distintas: aula expositiva e investigação pelo estudante de maneira autônoma. Em ambos os casos, as análises seguem a um mesmo roteiro, medição de aprendizado e momentos para discussão com professores e colegas sobre os aspectos e as suas interrelações no edifício estudado. O objetivo é a formação do repertório próprio do estudante. Neste método, o estudante, em ambas as abordagens, pode manipular o modelo arquitetônico e fazer o seu percurso de aprendizado sobre o precedente. Neste caso, o nível de compreensão dos aspectos arquitetônicos e das suas relações no edifício estudado, dependerá do nível de

maturidade do estudante no curso, seu repertório anterior, sua capacidade de abstração e seu interesse pelo estudo do edifício precedente.

O Método para Modelagem Arquitetônica (MMIA) detalha uma série de procedimentos para a construção dos Modelos da Informação Arquitetônica (MA) com a inclusão de informações relacionadas aos aspectos arquitetônicos, para serem usados no Método para Estudo de Edifícios da arquitetura precedente por meio de Modelos Arquitetônicos (MEE-MA) que, por sua vez, define como os precedentes de arquitetura podem ser estudados nas disciplinas de projeto de arquitetura (FIGURA 4.11).

FIGURA 4.11- ARTEFATOS E MODELOS ARQUITETÔNICOS



FONTE: O autor (2020)

O processo da modelagem da informação da arquitetura precedente permite explicitar o conhecimento implícito na edificação à medida que o edifício é construído virtualmente, revelando o que não é visível em fotografias, desenhos bidimensionais ou modelos físicos. O Modelo Arquitetônico finalizado do edifício pode ser usado como instrumento para facilitação do processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura, à medida em que possibilita manipular o modelo 3D, percorrer seus espaços virtualmente, isolar partes e elementos da construção e obter informações para a compreensão da arquitetura precedente, como nos casos demonstrados.

Os métodos propostos neste trabalho não resolvem todas as dificuldades de estudantes e professores no estudo de edifícios precedentes e aquisição do repertório. A aplicação destes artefatos em disciplinas de projeto de arquitetura, podem contribuir para que professores consigam explicitar aos estudantes os

conhecimentos arquitetônicos implícitos contidos nos edifícios. Os estudantes podem manipular modelos arquitetônicos para compreender edifício e seus aspectos e que contribuirão para a formação de seu repertório arquitetônico.

Para a construção dos Modelos Arquitetônico, cabe ressaltar que, enquanto em alguns edifícios considerados clássicos da arquitetura Moderna a documentação é farta, pela existência de muitas pesquisas em fontes secundárias, outras edificações importantes nunca foram detalhadamente estudadas e, portanto, poucas informações estão disponíveis para a modelagem da informação da arquitetura. No entanto, essa limitação é uma oportunidade para que estudantes e professores de arquitetura possam investigar coletivamente o edifício, adquirir e gerar dados a partir de tecnologias como a fotogrametria e escaneamento 3D, digitalizar a edificação, elaborar a modelagem arquitetônica e criar documentação do modelo.

## 5 PESQUISA EXPERIMENTAL

### 5.1 CONTEXTO

No Capítulo 4, foram apresentados os artefatos desenvolvidos para que possam contribuir a aquisição de repertório arquitetônicos pelos estudantes. O Capítulo 5 detalha o método do experimento controlado para avaliar os artefatos propostos.

A pesquisa experimental, segundo Gil (2002), é considerada, dentre os procedimentos existentes, a mais relevante para testar hipóteses que estabelecem relações de causa e efeito entre variáveis. Os experimentos, pela possibilidade de controle, permitem maior certeza de que a variável independente causa efeito na dependente. Para executar a pesquisa experimental foram obedecidas as etapas propostas por Gil (2002), detalhadas na sequência.

### 5.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E CONSTRUÇÃO DA HIPÓTESE

O estudo de edifícios da arquitetura precedente no processo de ensino-aprendizagem, em disciplinas de projeto, é o meio para a aquisição de repertório arquitetônico, fundamental para a concepção de novos projetos. Os modelos de informação criados por sistemas BIM, que estão consolidados no mercado de projetos, podem contribuir no estudo de edifícios antecedentes. Dentro deste contexto, este trabalho pretende analisar, sem entrar no mérito da complexidade das etapas de concepção e desenvolvimento da projeção ou em resolver as dificuldades do processo de ensino-aprendizagem de projeto ou reformular a disciplina de projeto de arquitetura, limitando-se ao estudo de edifícios precedentes para a aquisição de repertório, como modelos de informação arquitetônica podem contribuir para aquisição de repertório arquitetônico. O objetivo é analisar as contribuições dos modelos de informação para a aquisição de repertório arquitetônico a partir do estudo de precedentes arquitetônicos na disciplina de Projeto de Arquitetura.

A hipótese formulada para esta parte da pesquisa foi: “o uso de um método para estudo de edifícios da arquitetura precedente, baseado em modelos de informação (MEE-MA) e aplicado em disciplinas de projeto de arquitetura, possibilitam

a aquisição de repertório arquitetônico”. As variáveis contidas na hipótese, que esclarecem o que se pretende investigar nesta pesquisa, se dividem em:

- a) Variável dependente: aquisição de repertório arquitetônico.
- b) Variável independente: o uso de um método para estudo de edifícios da arquitetura precedente, baseado em modelos de informação (MEE-MA).

### 5.3 DEFINIÇÃO DO PLANO EXPERIMENTAL

Experimento é uma pesquisa em que a manipulação da variável independente pode interferir na variável dependente (GIL, 2002) para testar a hipótese formulada e ainda, neste caso, estabelecer a relação de causa e efeito.

O plano experimental adotado para este experimento foi a de uma única variável independente a ser manipulada (GIL, 2002): “adoção do método para estudo de edifícios da arquitetura precedente por meio de modelos arquitetônicos (MEE-MA)”. E foram estabelecidas duas situações experimentais para os grupos de estudantes participantes: a adoção ou não de MEE-MA (QUADRO 5.1).

QUADRO 5.1 - PLANO EXPERIMENTAL

Adoção método para estudo de edifícios da arquitetura precedente por meio de modelos arquitetônicos (MEE-MA)	
Grupo-experimental Adota	Grupo-controle Não adota
Resultados na variável dependente: melhor compreensão de aspectos arquitetônicos e tectônicos dos edifícios	

FONTE: O autor (2020)

O propósito deste experimento foi a de verificar se a variável independente realmente contribuiu para melhor compreensão de todos ou parte dos aspectos arquitetônicos e tectônicos do edifício, se em todos ou parte dos edifícios estudados, se há diferenças significativas nos resultados entre os dois grupos e se há diferenças nos resultados entre as atividades desenvolvidas no experimento. O experimento permitiu também conhecer as dificuldades dos estudantes para a operação dos sistemas BIM durante a análise dos edifícios a partir do Método para Estudo de edifícios da arquitetura precedente por meio de Modelos Arquitetônicos (MEE-MA).



## 5.4 DETERMINAÇÃO DOS SUJEITOS

Para o planejamento e execução do experimento foram selecionados os sujeitos a serem estudados, partir da população de estudantes matriculados no curso de Arquitetura e Urbanismo da UTFPR e professores de disciplinas de projeto de arquitetura. Os sujeitos de uma pesquisa, segundo Gil (2002), constituem uma amostra da população.

### 5.4.1 Estudantes

O número exato de estudantes matriculados no Curso varia de semestre a semestre, à medida que eles vão iniciando e concluindo o Curso. Segundo o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), a capacidade máxima prevista é de até 450 estudantes regulares matriculados. No entanto, segundo a coordenação do Curso, no ano de 2019 esse número foi de aproximadamente 540 estudantes matriculados por semestre, considerando alunos regulares, retidos em períodos ou que estão cursando disciplinas isoladas.

TABELA 5.1 - ALUNOS MATRICULADOS EM DISCIPLINAS DE PROJETO ARQUITETÔNICO DURANTE O EXPERIMENTO

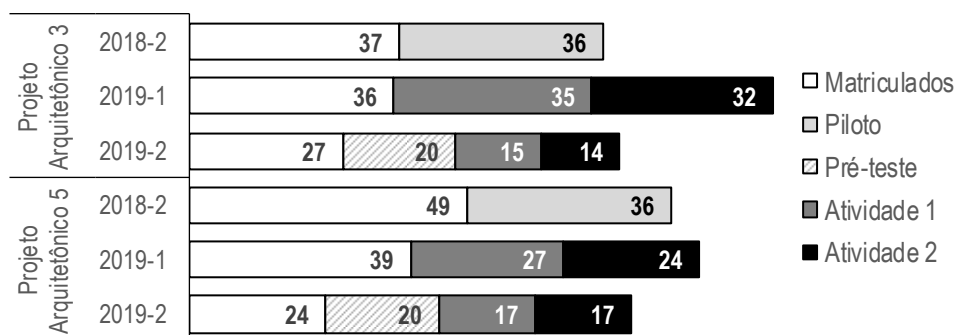
PERÍODO	DISCIPLINA	ALUNOS MATRICULADOS/SEMESTRE		
		2018-2	2019-1	2019-2
3º	Projeto Arquitetônico 1	34	44	45
4º	Projeto Arquitetônico 2	42	32	44
5º	Projeto Arquitetônico 3	37	36	27
6º	Projeto Arquitetônico 4	44	33	42
7º	Projeto Arquitetônico 5	49	39	24
8º	Projeto Arquitetônico 6	41	46	44
9º	Projeto Arquitetônico 7	33	37	38
TOTAL/Semestre		280	266	264

FONTE: O autor (2020)

Nas disciplinas escolhidas para o experimento, Projeto Arquitetônico 3 (PA3) e Projeto Arquitetônico 5 (PA5), o número de estudantes matriculados foi menor do que a capacidade limite prevista no PPC do Curso e, inclusive, diminuiu entre os semestres 2018-2 e 2019-2, como destacado na TABELA 5.1 e TABELA 5.2. Esse foi

um dos motivos que justificam o decréscimo do tamanho da amostra à medida que o experimento foi se desenvolvendo. O outro motivo é que a participação dos estudantes nas atividades da pesquisa não era obrigatória.

GRÁFICO 5.1 - PROPORÇÃO DE ESTUDANTES MATRICULADOS E PARTICIPANTES NO EXPERIMENTO



FONTE: O autor (2020)

#### 5.4.2 Professores

Os professores participantes do experimento têm formação em Arquitetura e Urbanismo, mas nem todos cursaram pós-graduação na área de projeto de arquitetura (APÊNDICE VII). Como o Curso é relativamente novo (com início em 2009), os professores também não estão há muito tempo na UTFPR, com exceção do professor B, que atua nesta IES desde 2007, inicialmente no curso técnico, migrando para o curso de arquitetura em 2013. No entanto, todos os demais já ministraram aulas em disciplinas de projeto de arquitetura em cursos de Arquitetura de IES privadas de Curitiba. Alguns professores efetivos, na ocasião desta pesquisa, estavam ou entraram em licença capacitação para doutoramento e, portanto, para suprir estas ausências, foram contratados professores substitutos (E e D), cujos contratos com a IES têm duração de um ano e renováveis por até mais um outro ano.

Os professores participantes estão envolvidos, além das aulas nas disciplinas escolhidas para esta pesquisa, em aulas em outras disciplinas, atividades de pesquisa, orientação de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e coordenação, conforme detalhado no APÊNDICE VIII.

### 5.4.3 Disciplinas

A Matriz Curricular do curso de Arquitetura e Urbanismo da UTFPR (ANEXO I) divide as disciplinas de projeto de arquitetura em 7 períodos consecutivos a partir do 3º período do Curso (QUADRO 5.2). À medida que o estudante é promovido e avança nestas disciplinas no Curso, gradualmente o grau de complexidade e profundidade no estudo e desenvolvimento projetual aumenta nos diversos aspectos arquitetônicos e tectônicos do edifício.

Foram escolhidas as disciplinas de Projeto Arquitetônico 3 (PA3) e Projeto Arquitetônico 5 (PA5). São disciplinas onde os estudantes estão em estágio intermediário de formação no curso de arquitetura e em um momento em que se espera maior compreensão e autonomia no processo projetual de arquitetura. Neste momento do Curso, se espera que o estudante tenha também conhecimentos de conteúdos complementares, e de grande importância, que subsidiam o início e desenvolvimento de qualquer projeto de um novo edifício obtidos por meio de disciplinas como representação e expressão gráfica, técnicas de construção, teorias e histórias da arquitetura, paisagismo, urbanismo, entre outros, estudados em outras disciplinas da Matriz Curricular. As disciplinas de PA3 e PA5, por serem, em sua essência, mais práticas e menos teóricas, exigem no seu processo de ensino-aprendizagem orientações e acompanhamentos individuais ou equipes ou grupos de estudantes durante as diversas atividades desenvolvidas em aula. Por essa razão, no Curso da UTFPR, há simultaneamente, sempre dois professores em ateliê.

QUADRO 5.2 – DISCIPLINAS DE PROJETO ARQUITETÔNICO NA UTFPR

Período	Disciplina	CH	Nº professores
3º	Projeto Arquitetônico 1 (PA1)	90	2
4º	Projeto Arquitetônico 2 (PA2)	120	2
5º	Projeto Arquitetônico 3 (PA3)	120	2
6º	Projeto Arquitetônico 4 (PA4)	120	2
7º	Projeto Arquitetônico 5 (PA5)	120	2
8º	Projeto Arquitetônico 6 (PA6)	120	2
9º	Projeto Arquitetônico 7 (PA7)	120	2
CH – Carga horária semestral			

FONTE: O autor (2020)

#### 5.4.4 Participantes

Os estudantes convidados a participar deste experimento contribuíram com a avaliação dos Artefatos e os professores com a sua construção e avaliação.

##### 5.4.4.1 Critérios adotados para inclusão e exclusão dos participantes

- a) Inclusão: estudantes matriculados nas turmas das disciplinas de Projeto de Arquitetura escolhidas pelo pesquisador para esta pesquisa e respectivos professores.
- b) Exclusão: estudantes e professores das turmas das disciplinas de Projeto de Arquitetura escolhidas que não se interessarem ou não concordarem com essa pesquisa.

##### 5.4.4.2 Número de participantes

A somatória de estudantes participantes no experimento (TABELA 5.2) nas disciplinas de PA3 e PA5 nos semestres 2019-1 e 2019-2 foi: Atividade 1, 94 estudantes no total, sendo 43 no Grupo-controle (GC) e 51 no Grupo-experimental (GE); e Atividade 2, 87 estudantes no total, sendo 40 no GC e 47 no GE. Como observado, entre as Atividades 1 e 2 houve desistência de participantes em ambos os semestres. No semestre 2018-2, para testar os artefatos e ferramentas para coleta de dados, os estudantes destas disciplinas foram submetidos a um Experimento, mas os dados coletados, não foram considerados para a análise inferencial dos resultados obtidos nos experimentos, como detalhado mais à frente neste capítulo.

Segundo Gil (2002, p.124), para que os dados obtidos no experimento sejam significativos, é necessário que a amostra tenha um número adequado de elementos. Para um nível de confiança de 95% e margem de erro de 10%, seriam necessários ao menos 83 estudantes participantes como amostra para uma amplitude da população inferior a 1000. Como a menor amostra nesta pesquisa foi de 87 (somatória participantes na “Atividade 2”) estudantes, os dados obtidos podem ser considerados significativos.

Quanto aos professores, no total, cinco diferentes fizeram parte desta pesquisa, contribuindo para a construção e avaliação dos Artefatos para o experimento e participação nos experimentos em si.

TABELA 5.2 - ESTUDANTES PARTICIPANTES NO EXPERIMENTO

DISCIPLINAS	GRUPOS	ESTUDANTES / SEMESTRE																	
		2018-2			2019-1						2019-2								
		Piloto			Atividade 1			Atividade 2			Pré-teste			Atividade 1			Atividade 2		
		T	G	%	T	G	%	T	G	%	T	G	%	T	G	%	T	G	%
Projeto Arquitetônico 3	GC	36	22	61,11	35	17	48,57	32	15	46,88	20	9	45,00	15	7	46,67	14	6	42,86
	GE		14	38,89		18	51,43		17	53,13		11	55,00		8	53,33		8	57,14
Projeto Arquitetônico 5	GC	36	19	52,78	27	11	40,74	24	11	45,83	20	11	55,00	17	8	47,06	17	8	47,06
	GE		17	47,22		16	59,26		13	54,17		9	45,00		9	52,94		9	53,94
TOTAL	GC	72	41	56,94	62	28	45,16	56	26	46,43	40	20	50,00	32	15	46,88	31	14	45,16
	GE		31	43,06		34	54,84		30	53,57		20	50,00		17	53,13		17	54,84

G – Participantes no grupo | GC – Grupo Controle | GE – Grupo Experimental | T – Total de participantes por disciplina

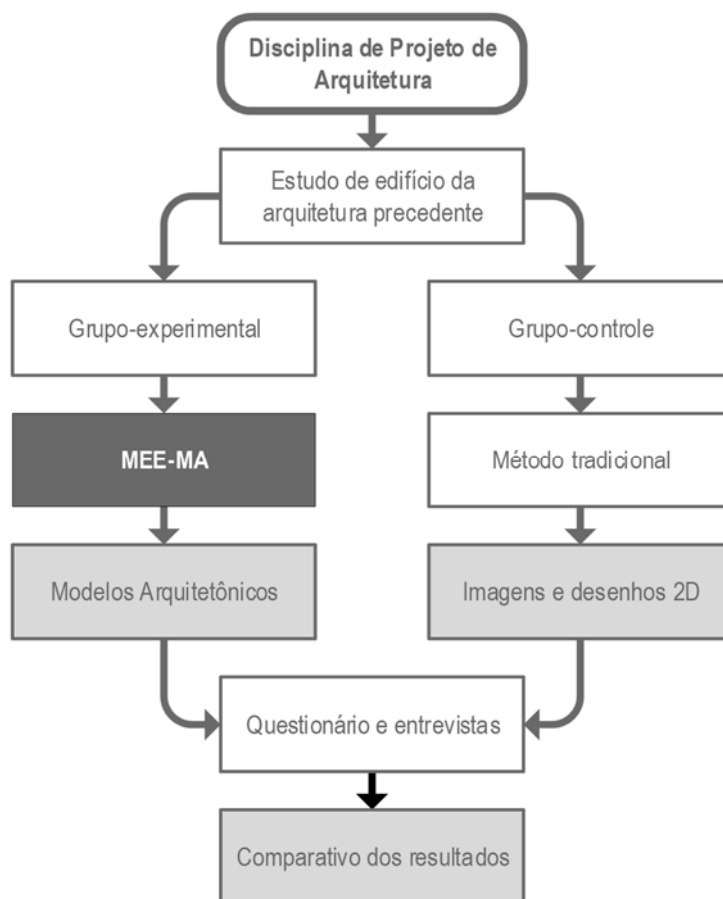
FONTE: O autor (2020)

#### 5.4.4.3 Formação de grupos para o experimento

Para a pesquisa, cada turma da disciplina de Projeto Arquitetônico escolhida, cuja participação foi independente da outra, foi dividida em dois grupos, mas desenvolveram atividades de forma simultânea. O primeiro grupo, denominado de Grupo-experimental (GE), participou desse estudo aplicando o Método para Estudo de edifícios da arquitetura precedente por meio de Modelos Arquitetônicos (MEE-MA). Modelos Arquitetônicos (MA) são baseados em modelos e sistemas BIM para modelagem. O segundo o grupo, denominado Grupo-controle (GC), fez a análise destes mesmos precedentes arquitetônicos, mas no Método Tradicional de análise, por meio de imagens e desenhos bidimensionais (FIGURA 5.1). Portanto, cada turma da disciplina de Projeto Arquitetônico envolvida nesta pesquisa foi dividida nestes dois grupos, onde cada grupo foi composto por aproximadamente 50% do total estudantes participantes e um professor. A escolha do grupo ao qual cada estudante participou

foi aleatória e a do professor ficou a critério destes.

FIGURA 5.1 - DINÂMICA DO EXPERIMENTO



FONTE: O autor (2020)

#### 5.4.4.4 Participação nos procedimentos da pesquisa

Para analisar os resultados obtidos com o experimento, os resultados coletados de ambos os grupos foram comparados. A coleta aconteceu por meio da aplicação de um mesmo questionário para estudantes de ambos os grupos e de forma simultânea.

Os professores de ambos os grupos contribuíram para a escolha dos edifícios da arquitetura precedente, forneceram material disponível e depois participaram das atividades com os seus respectivos alunos. Os professores do Grupo-experimental contribuíram também com o desenvolvimento do MEE-MA e avaliação do experimento.

## 5.5 EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE

Para os experimentos, a relação de edifícios da arquitetura precedente a serem usados nos experimentos foram escolhidos pelos professores das disciplinas participantes (QUADRO 5.3). Estes edifícios, entre outros<sup>14</sup>, já são usados pelos professores para apresentar o tema de projeto a ser desenvolvido nas suas disciplinas ao longo do semestre. São edifícios que reúnem características que atendem aos objetivos das disciplinas, como programa arquitetônico, estratégias compositivas, sistemas construtivos, relação com o contexto, entre outras.

Os índices de complexidade foram calculados e apresentados no APÊNDICE XIII, para avaliar se há influência na compreensão dos aspectos arquitetônico pelos estudantes. As edificações foram modeladas segundo o Método para Modelagem Arquitetônica (MMIA) proposto pelo pesquisador, para que os estudantes do Grupo-experimental pudessem estudar os edifícios a partir do MEE-MA.

QUADRO 5.3 – DESCRIÇÃO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE ESCOLHIDOS

Código	Disciplinas	Edifício	País	Ano	Área construída (m²)	Nº de pavimentos	Índice de complexidade
A	Projeto Arquitetônico 3	Museu Cais do Sertão	Brasil	2018	7.500,00	4	5
B	Projeto Arquitetônico 3	Museu do Pão	Brasil	2007	330,00	2	3
C	Projeto Arquitetônico 5	Escola Gerardo Molina	Colômbia	2008	8.000,00	2	5
D	Projeto Arquitetônico 5	Escola Jardim Ataliba	Brasil	2006	4.210,00	4	3
E	Projeto Arquitetônico 3	Instituto Moreira Sales	Brasil	2017	8.662,00	8	5
F	Projeto Arquitetônico 5	IES Rafal	Espanha	2009	6.195,00	3	3
PA3 – Projeto Arquitetônico 3   PA5 – Projeto Arquitetônico 5							

FONTE: O autor (2020)

As edificações E e F foram usadas apenas no semestre 2019-2, como Pré-teste dos experimentos para comparar e verificar se há diferenças no desempenho entre participantes do Grupo-controle e Grupo-experimental antes de realizar as

<sup>14</sup> Na etapa de pesquisa, os alunos formam equipes para estudar outros edifícios selecionados pelos professores, preparar uma apresentação e apresentar à turma. Neste momento são discutidos os aspectos arquitetônicos e particularidades de cada edifício apresentado.

Atividades 1 e 2. Não foram modelados usando o MMIA, pois os professores usaram essas edificações para uma aula utilizando Método Tradicional.

A distribuição das edificações para o experimento nos diferentes semestres e diferentes atividades, conforme ilustrado no QUADRO 5.4, foram definidas juntamente com os professores das respectivas disciplinas.

QUADRO 5.4 – DISTRIBUIÇÃO DE EDIFÍCIOS POR DISCIPLINA A CADA SEMESTRE

Disciplinas	Edifícios					
	2018-2	2019-1		2019-2		
	Piloto	Atividade 1	Atividade 2	Pré-teste	Atividade 1	Atividade 2
Projeto Arquitetônico 3	A	A	B	E	A	B
Projeto Arquitetônico 5	C	D	C	F	C	D

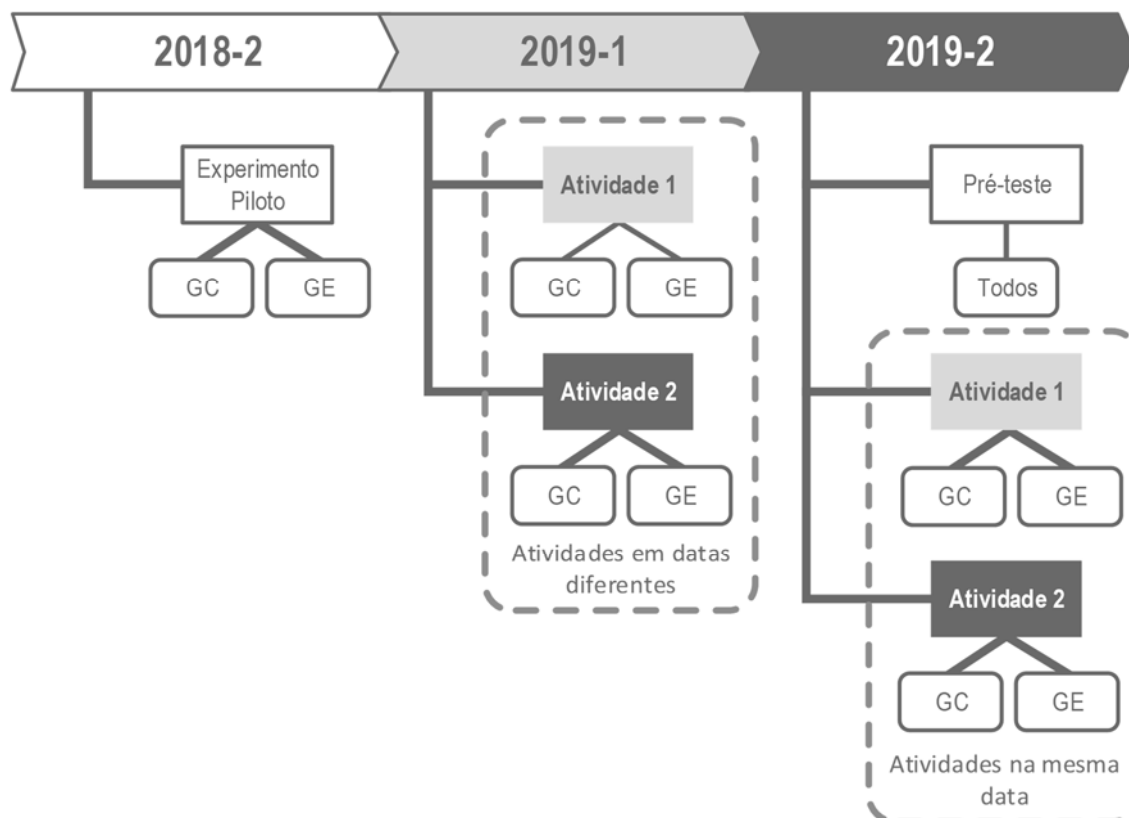
FONTE: O autor (2020)

## 5.6 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Para não prejudicar a programação das disciplinas escolhidas, as atividades do experimento aconteceram em aulas previstas no plano de aulas, quando os estudos relacionados a edifícios da arquitetura precedente já estavam previstos, independente desta pesquisa. Todos os estudantes frequentaram normalmente estas aulas, independente do grupo ao qual faziam parte, para não perderem o conteúdo trabalhado pelos professores e o registro da frequência na disciplina matriculada. As atividades dos experimentos aconteceram entre os semestres 2018-2 a 2019-2, conforme ilustrado na FIGURA 5.2.



FIGURA 5.2 - CRONOLOGIA DOS EXPERIMENTOS PARA CADA DISCIPLINA



FONTE: O autor (2020)

Aqueles que optaram por não participar do experimento foram dispensados de responderem aos questionários e entrevistas, que acontecem ao final de cada atividade. Conforme Resolução nº466/2012<sup>15</sup>, é assegurada inteira liberdade de qualquer pessoa participar ou não da pesquisa, assim como, terá os direitos de deixar as atividades de pesquisa a qualquer momento, de receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa e de recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento sem nenhum tipo de prejuízo.

#### 5.6.1 Experimento Piloto

O Experimento Piloto serviu para testar os Artefatos e Instrumento de Coleta de Dados e fazer os ajustes necessários para os Experimentos nos semestres 2019-

<sup>15</sup> A Resolução nº466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, regulamenta as diretrizes e as normas para pesquisas envolvendo seres humanos

1 e 2019-2. Foram aplicados nas turmas das disciplinas de Projeto Arquitetônico 3 e Projeto Arquitetônico 5 do semestre 2018-2 (TABELA 5.1).

A atividade do Experimento Piloto aconteceu em horário de aula programado no plano de aulas das respectivas disciplinas de projeto de arquitetura. A cada disciplina, os estudantes participantes do GC e GE estudaram, de forma simultânea um mesmo edifício. Os estudantes do GC desenvolveram o experimento no ateliê da disciplina, enquanto os do GE no Laboratório de Computação, para que pudessem manipular o Modelo Arquitetônico (MA) do edifício em estudo.

#### 5.6.1.1 Desenvolvimento do Experimento Piloto

Para estudantes do GC de cada disciplina, o professor atribuído a este grupo preparou uma aula no Método Tradicional, a partir de roteiro para análise de edifício precedente, detalhado no subtópico 4.2.4.2, e conteúdos relacionados aos aspectos para análise de um edifício, conforme detalhado no subtópico 4.2.4.1. Para os estudantes do GE, outro professor da disciplina preparou aula, seguindo mesmo roteiro e conteúdos usados no GC, mas considerando a possibilidade de navegar e manipular o MA do edifício.

Antes do início do experimento, os professores de ambos os grupos apresentaram o roteiro da aula expositiva do edifício em estudo e aspectos a serem analisados e compreendidos durante a exposição pelos estudantes, para que pudessem organizar suas anotações durante a aula.

#### 5.6.1.2 Duração do experimento

O tempo destinado à aula expositiva para apresentação do edifício em estudo pelo professor a ambos os grupos foi de 30 minutos, que se mostrou adequado, quando a aula é bem estruturada.

#### 5.6.1.3 Avaliação por meio de questionários e entrevistas

Para avaliar o grau de compreensão dos aspectos dos edifícios investigados, os estudantes de ambos os grupos responderam ao mesmo questionário. Enquanto os estudantes do GC tinham que se basear nas suas próprias anotações e memória

(FIGURA 5.3), os do GE puderam também navegar pelo MA após a aula expositiva, para responderem o questionário. Os estudantes tiveram 30 minutos para responder o questionário.

FIGURA 5.3 - ALUNOS NO ATELIÊ RESPONDENDO O QUESTIONÁRIO



FONTE: O autor (2020)

Em entrevistas usando técnica do grupo focal, os estudantes ainda responderam a questões abertas sobre o precedente estudado e aspectos que poderiam influenciar no novo projeto a ser desenvolvido. O tempo para as entrevistas foi de 15 minutos.

O conhecimento adquirido em outras disciplinas do curso contribuiu para que os estudantes tivessem maior compreensão dos aspectos estudados nos edifícios e, desta forma, maior capacidade para responder ao questionário e entrevistas.

#### 5.6.1.4 Treinamento do Tekla BIMsight

Para este Experimento Piloto, no MEE-MA, a navegação e manipulação do modelo do edifício em estudo, foi utilizada o Tekla BIMsight, um sistema gratuito para visualização de modelos BIM a partir de arquivos de formato aberto IFC

Os estudantes do GE receberam treinamento rápido, de 15 minutos, para que pudessem explorar o MA após a apresentação do edifício pelo professor. O treinamento se restringiu à explicação da interface do sistema, comandos básicos

para navegação do modelo, visualização de componentes e acesso à informação de elementos e componentes do edifício.

Quanto os professores do GE, como nenhum deles também conhecia o sistema de visualização Tekla BIMsight, foi feita uma apresentação das funcionalidades e recursos em reunião, em uma data antes dos experimentos. Como eles não tinham segurança para operar o sistema durante uma aula, foi decidido que seria mais fácil o pesquisador comandar o aplicativo e navegar pelo modelo durante a apresentação do edifício aos estudantes, segundo roteiro pré-estabelecido. O pesquisador não se envolveu diretamente na explicação do edifício aos estudantes em nenhum momento, para não influenciar nos resultados do experimento.

#### 5.6.1.5 Pontos positivos observados no Experimento Piloto

- a) Os estudantes do GE aprovaram o MEE-MA para estudo de edifícios da arquitetura precedente.
- b) Os professores não precisaram dominar um sistema de visualização de modelos BIM para ministrar sua aula expositiva utilizando o MEE-MA.
- c) Os professores aprovaram o MEE-MA.
- d) O Tekla BIMsight é de fácil uso.

#### 5.6.1.6 Limitações observadas no Experimento Piloto

- a) O estudo de edifícios da arquitetura precedente, para os estudantes do GE, foi mais positivo em relação aos do GC, por poderem navegar pelo Modelo Arquitetônico após a exposição do professor e tirar dúvidas sobre o edifício, enquanto os estudantes do GC tinham que confiar nas suas memórias e anotações para responder o questionário.
- b) O sistema Tekla BIMsight, tem recursos limitados para visualização de elementos geométricos do edifício. Em vez de visualizar objetos sólidos, como nos sistemas de autoria BIM, representam os componentes apenas pelas faces externas, dificultado a compreensão dos elementos construtivos e até mesmo da materialidade da arquitetura. Este aplicativo

também limita a compreensão da espacialidade dos edifícios estudados, por não ter recurso para controle da luz e sombra dos ambientes.

- c) O instrumento de coleta de dados precisou de revisão para que os dados dessem respostas que permitissem avaliar melhor o artefato.
- d) O nível de detalhe dos MA precisava ser melhorado, para melhor compreensão dos elementos construtivos e das relações entre as partes e o todo do edifício.
- e) Os recursos de visualização, que os sistema de autoria BIM permitem, deviam ser explorados para facilitar a navegação pelo edifício e compreensão de determinados aspectos do edifício.

#### 5.6.2 Experimento 2019-1

Para o Experimento no semestre 2019-1, tanto os MA, como o instrumento de coleta de dados foram revisados para corrigir limitações observadas no Experimento Piloto.

Para melhorar a compreensão dos edifícios pelos estudantes, foi optado por usar o sistema de autoria Autodesk Revit<sup>16</sup> para a navegação e manipulação do MA pelos estudantes e professores.

##### 5.6.2.1 Desenvolvimento do Experimento 2019-1

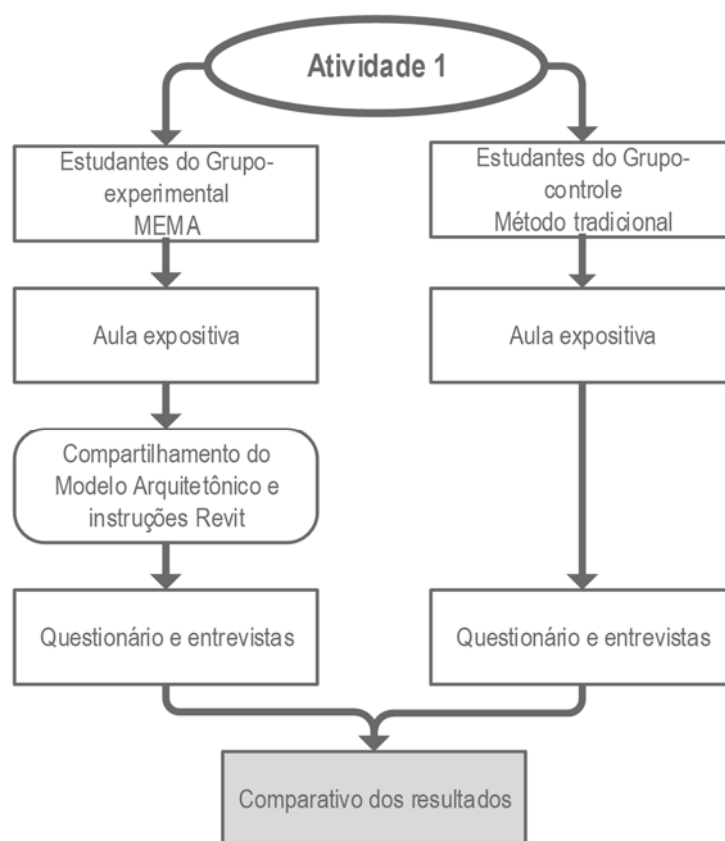
O experimento foi dividido em duas atividades com abordagens diferentes, mas com o mesmo objetivo: avaliar a compreensão pelo estudante de aspectos arquitetônicos de edifícios da arquitetura precedente, a partir de aulas ministradas pelos professores e respectivos materiais de aula. As atividades deste experimento foram executadas em datas diferentes e os resultados obtidos em foram comparados (FIGURA 5.2).

---

<sup>16</sup> Para a navegação e manipulação dos modelos arquitetônicos pelos estudantes e professores nos experimentos foi utilizado o Autodesk Revit 2019.

- a) Atividade 1 – seguindo o roteiro para análise de edifício precedente, cada professor preparou e ministrou uma aula referente à análise de edifício da arquitetura precedente escolhido para seu respectivo grupo e usando método ao qual foi atribuído. Os estudantes deveriam anotar os pontos importantes dos aspectos arquitetônicos dos edifícios para responder o questionário (FIGURA 5.4).

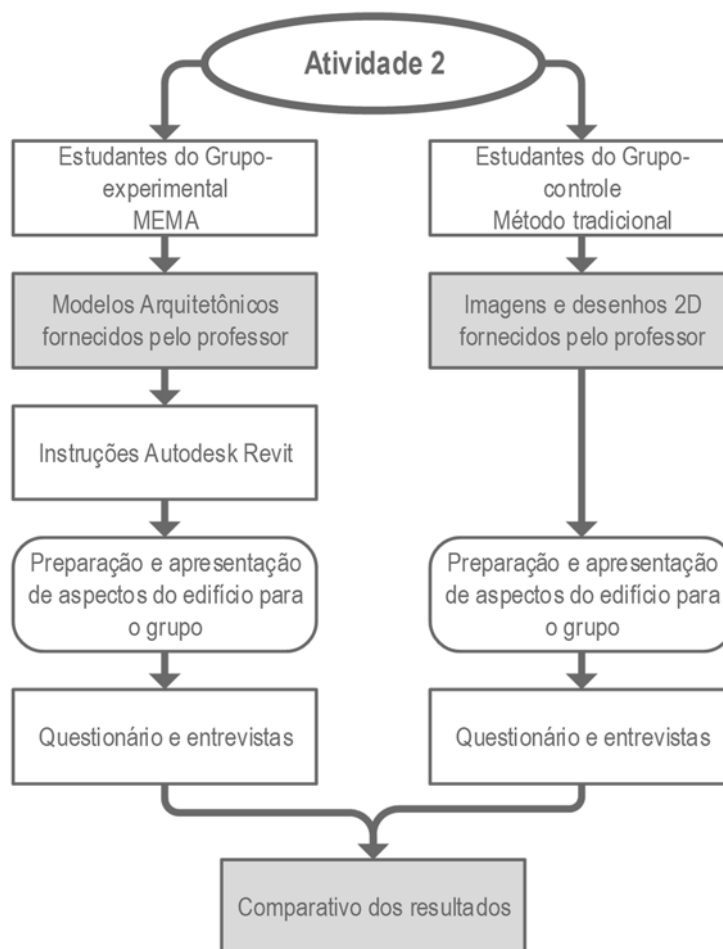
FIGURA 5.4 - ATIVIDADE 1-2019-1



FONTE: O autor (2020)

- b) Atividade 2 – os estudantes de cada grupo, divididos em equipe, estudaram e fizeram uma apresentação em aula programada em outra data. Cada equipe deveria apresentar, aos estudantes do seu grupo, um dos aspectos do edifício da arquitetura precedente a partir de material fornecidos previamente pelos professores e pesquisador. Para preparação das apresentações, estudantes do GC receberam imagens do edifício e sites de onde poderiam obter informações adicionais, enquanto os do GE receberam apenas o Modelo Arquitetônico (FIGURA 5.5).

FIGURA 5.5 - ATIVIDADE 2 - 2019-1



FONTE: O autor (2020)

#### 5.6.2.2 Duração do Experimento 2019-1

Na Atividade 1, o tempo destinado à aula expositiva para apresentação do edifício em estudo pelo professor a ambos os grupos foi de 30 minutos. E na Atividade 2, o tempo destinado para as apresentações das equipes foi de 40 minutos.

#### 5.6.2.3 Avaliação por meio de questionários e entrevistas

Para avaliar o grau de compreensão dos aspectos dos edifícios estudados, os estudantes de ambos os grupos responderam ao mesmo questionário. Enquanto os estudantes do GC tinham que se basear nas suas próprias anotações e memória, os do GE puderam também navegar pelo MA após a aula expositiva para responderem o questionário. Os estudantes tiveram 30 minutos para responder o questionário.

Em entrevistas usando técnica do grupo focal, os estudantes ainda responderam a questões abertas sobre o precedente estudado e aspectos que poderiam influenciar no novo projeto a ser desenvolvido. O tempo para as entrevistas foi de 15 minutos.

#### 5.6.2.4 Instruções do Autodesk Revit

Para o Experimento 2019-1, no MEE-MA, a navegação e manipulação do modelo do edifício em estudo, foi utilizada o sistema de autoria BIM Autodesk Revit.

Foram necessárias que alguns estudantes do GE, sem conhecimento deste sistema de autoria BIM, recebessem instruções rápidas, de 10 minutos na Atividade 1 e de 60 minutos na Atividade 2, para que pudessem explorar o Modelo Arquitetônico. Foram instruídos sobre a interface, painel de controle e comandos básicos do sistema, suficientes para que os estudantes pudessem navegar pelo modelo, acessar as vistas configuradas, isolar elementos, manipular o modelo e acessar informações de elementos e componentes.

Os professores participantes do GE, apesar de conhecerem superficialmente o sistema de autoria Autodesk Revit, não tinham experiência na sua operação. A exemplo do Experimento-Piloto, foram apresentadas algumas funcionalidades e recursos que ajudassem os professores a entenderem o potencial do sistema e de como poderia ser explorado durante aula expositiva. No entanto, o pesquisador teve que operar o sistema durante a aula expositiva do professor, seguindo roteiro pré-estabelecido.

#### 5.6.2.5 Pontos positivos observados no Experimento Piloto

- a) Os estudantes do GE aprovaram o MEE-MA para estudo de edifícios da arquitetura precedente.
- b) Os professores aprovaram o MEE-MA
- c) O sistema de autoria Autodesk Revit tem mais recursos de visualização que o sistema de visualização Tekla BIMsight e melhor qualidade na representação dos elementos e componentes do edifício, aumentando a capacidade de compreensão do edifício.



#### 5.6.2.6 Limitações observadas no Experimento 2019-1

- a) Na Atividade 2, como o estudo do edifício dependia das apresentações das equipes aos demais estudantes dos seus respectivos grupos, os resultados da compreensão de aspectos do edifício pelos demais estudantes poderiam ser influenciados pela qualidade da apresentação de cada equipe.
- b) Estudo de edifícios da arquitetura precedente para os estudantes do GE tinha vantagens em relação aos do GC, porque podiam, após a exposição do professor, navegar pelo Modelo Arquitetônico e tirar dúvidas sobre o edifício, enquanto os estudantes do GC tinham que confiar na sua memória e anotações para responder o questionário.
- c) O Autodesk Revit, apesar de ser superior em termos de capacidade de visualização se comparado ao Tekla BIMsight, não consegue expressar a materialidade e espacialidade dos edifícios com a clareza de uma fotografia tirada do edifício real, a não ser que para cada vista seja gerada uma imagem fotorrealística.
- d) O Autodesk Revit é muito mais complexo que o Tekla BIMsight, mesmo que seja apenas para navegar e visualizar o modelo e acessar informações de elementos e componentes do edifício.
- e) Para validação dos resultados obtidos no GC e GE, faltou um pré-teste para avaliar o nível dos estudantes de cada grupo submetendo-os a uma mesma atividade.

#### 5.6.3 Experimento 2019-2

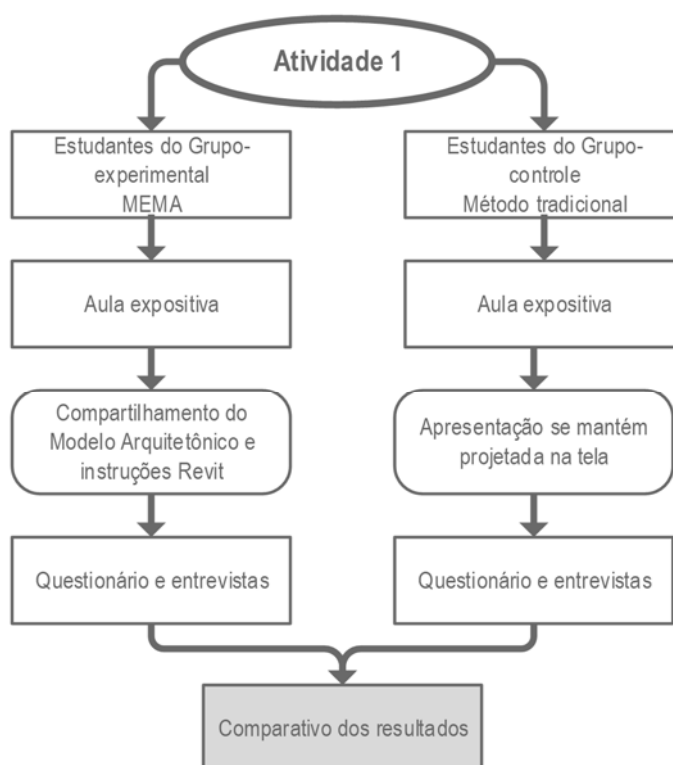
Para o Experimento no semestre 2019-2, os Modelos Arquitetônicos foram revisados para corrigir limitações observadas no Experimento 2019-1.

### 5.6.3.1 Desenvolvimento do Experimento 2019-2

O experimento foi mantido dividido em duas atividades com abordagens diferentes, ambas executadas em aulas no mesmo dia, e com o mesmo objetivo. No entanto, em data antes das atividades de experimentos, para conhecer o nível dos participantes de cada grupo, foi aplicado um Pré-teste em uma das aulas (FIGURA 5.2).

- a) Pré-teste – os estudantes tiveram uma aula expositiva, todos no mesmo ateliê, com ambos os professores de um edifício da arquitetura precedente, no método tradicional, seguindo o mesmo roteiro. Após a exposição, todos responderam ao mesmo questionário.
- b) Atividade 1 – nos mesmos moldes da Atividade 1 executada no Experimento 2019-1, com a única diferença que no GC a apresentação continuava projetada na tela e podendo ser manipulada pelo professor conforme estudantes tinham dúvidas ao responder o questionário (FIGURA 5.6).

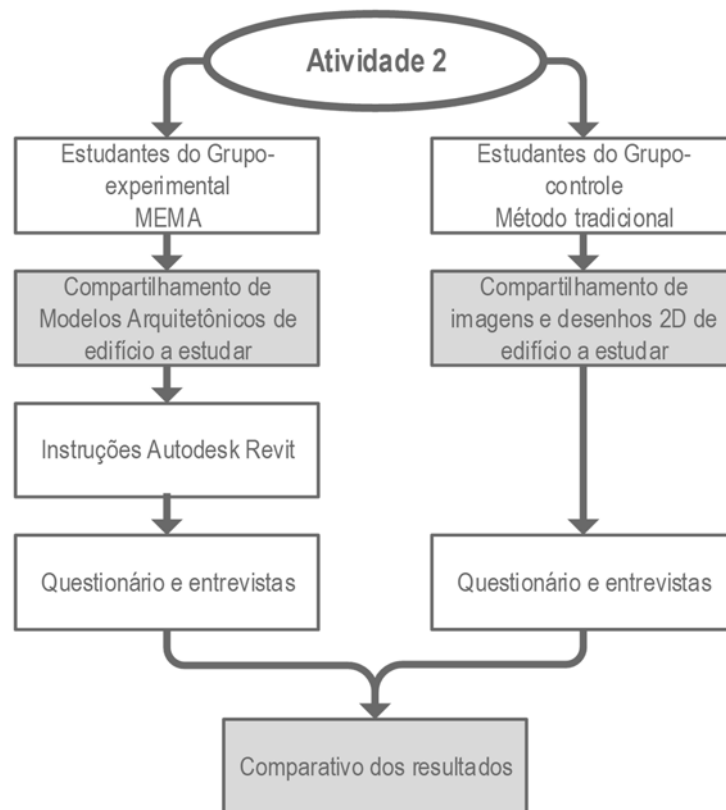
FIGURA 5.6 - ATIVIDADE 1 - 2019-2



FONTE: O autor (2020)

- c) Atividade 2 – os estudantes de cada grupo estudaram, simultaneamente, os edifícios a partir de material recebido dos professores. O GC recebeu apresentação de powerpoint contendo imagens do edifício, enquanto o GE recebeu o Modelo Arquitetônico (FIGURA 5.8) para manipular por meio do software Autodesk Revit (FIGURA 5.7).

FIGURA 5.7 - ATIVIDADE 2 - 2019-2



FONTE: O autor (2020)

FIGURA 5.8 - ALUNOS DO GRUPO EXPERIMENTAL NAVEGANDO PELO MODELO ARQUITETÔNICO E RESPONDENDO QUESTIONÁRIO



FONTE: O autor (2020)

#### 5.6.3.2 Duração do Experimento 2019-2

No Pré-teste e Atividade 1, o tempo previsto da aula expositiva para apresentação do edifício em estudo pelo professor a ambos os grupos foi de 30 minutos e mais 30 minutos para responder o questionário e entrevista focal.

Na Atividade 2, o tempo total destinado para estudo do edifício e resposta ao questionário foi de 60 minutos.

#### 5.6.3.3 Resposta ao questionário do Experimento 2019-2

Foi mantido igual ao Experimento 2019-1.

#### 5.6.3.4 Treinamento do Autodesk Revit

Para o Experimento 2019-2, no MEE-MA, a navegação e manipulação do modelo do edifício em estudo, foi utilizada o sistema Autodesk Revit Viewer. É um visualizador de arquivos com a mesma interface do Autodesk Revit, apenas não permite edição do modelo.

As instruções aos estudantes e professores foram as mesmas aplicadas no Experimento 2019-1.

#### 5.6.3.5 Pontos positivos observados no Experimento Piloto

- a) Os estudantes do GE aprovaram o MEE-MA para estudo de edifícios da arquitetura precedente.
- b) Os professores aprovaram o MEE-MA
- c) O sistema Autodesk Revit Viewer tem os mesmos recursos de visualização e navegação do Autodesk Revit.

#### 5.6.3.6 Limitações observadas no Experimento 2019-1

Quando usuário não tem domínio, o Autodesk Revit é um sistema complexo, mesmo que seja apenas para navegar e visualizar o modelo e acessar informações de elementos e componentes do edifício.

### 5.7 SISTEMAS UTILIZADOS

Para o desenvolvimento de Modelos Arquitetônicos (MA) e seu posterior uso no experimento em sala com estudantes e professores, foram adotados sistemas de autoria e de visualização de modelos BIM, conforme especificados no QUADRO 5.5. Foram testadas algumas alternativas, segundo as diferentes finalidades.

A modelagem sempre foi no Autodesk Revit<sup>17</sup>, por ser um sistema que este pesquisador tem mais familiaridade. Para a análise do modelo, que contempla visualização navegação, manipulação, extração de informações, foram usados o Tekla BIMsight, que permite abrir arquivos de formato de intercâmbio público, como o IFC. Mas também foram usados o próprio Autodesk Revit e Autodesk Revit Viewer, que permitem abrir arquivos, além do formato proprietário, também os arquivos IFC.

---

<sup>17</sup> Foi usada a versão 2019 do Autodesk Revit para a modelagem.

QUADRO 5.5 - SISTEMAS BIM UTILIZADOS

Semestre	2018-2		2019-1		2019-2	
Finalidade:	Modelagem	Análise do MA	Modelagem	Análise do MA	Modelagem	Análise do MA
Sistema:	Autodesk Revit	Tekla BIMsight	Autodesk Revit	Autodesk Revit	Autodesk Revit	Autodesk Revit Viewer

FONTE: O autor (2020)

Entre os participantes do Grupo-experimental, a cada semestre, foi feito um levantamento da quantidade de estudantes que conheciam os sistemas BIM e seu nível de proficiência em BIM, conforme proposta de Succar, Sher e Williams, (2012) (QUADRO 5.6). Apesar de muitos conhecerem os sistemas de autoria BIM como o Revit e Archicad, são poucos os estudantes que os utilizam para modelagem de seus projetos. Entre aqueles que utilizam estes sistemas os principais objetivos são a de facilitar a modelagem geométrica de seus projetos de edifícios e a de extrair plantas, cortes, elevações e perspectivas do Modelo Arquitetônico. Alguns valorizam ainda a possibilidade da investigação da volumetria e análises de insolação durante o processo projetual.

QUADRO 5.6 - ESTUDANTES PARTICIPANTES DO GRUPO EXPERIMENTAL QUE UTILIZAM OS SISTEMAS BIM

Semestre	2018-2		2019-1		2019-2	
Sistemas BIM	Quantidade	Nível	Quantidade	Nível	Quantidade	Nível
Autodesk Revit	3	Estágio 1	4	Estágio 1	4	Estágio 1
Autodesk Revit Viewer	-	-	-	-	0	-
Tekla BIMsight	0	-	-	-	-	-
Archicad	3	Estágio 1	6	Estágio 1	5	Estágio 1

FONTE: O autor (2020)

Os professores que participaram desta pesquisa não tem proficiência nos sistemas BIM, a ponto de utilizá-los para a modelagem e manipulação de Modelos Arquitetônicos, no entanto, já ouviram falar dos sistemas de autoria BIM, como Autodesk Revit e Archicad, e tem uma noção bem superficial do que é BIM.

O Curso não oferece disciplina regular para o ensino de tecnologias e processos BIM, tampouco esse conteúdo é abordado em outras disciplinas da matriz curricular vigente. Os estudantes que conhecem ou utilizam esses sistemas BIM aprenderam por conta própria ou nos escritórios onde estagiaram.

Os sistemas BIM, principalmente os de modelagem, se caracterizam pela complexidade para o seu domínio, exigem treinamentos e prática constante para explorar todo o seu potencial com desenvoltura. Para os experimentos desta pesquisa, não era pré-requisito que estudantes e professores participantes tivessem o domínio dos sistemas ou processos BIM pois, antes das atividades, ambos receberiam instruções básicas para visualizar, manipular e navegar pelos Modelos Arquitetônicos utilizando sistemas BIM. O pesquisador operou o sistema BIM durante a Atividade 1, quando o professor apresentava aos estudantes o edifício escolhido para análise a partir do Modelo Arquitetônico. O professor precisava apenas conduzir a aula, segundo um roteiro pré-estabelecido junto com o pesquisador, para que este navegasse pelo modelo segundo suas instruções. A aula expositiva do professor para apresentar um edifício precedente tinha duração aproximada de 30 minutos em ambas as disciplinas.

## 5.8 AMBIENTE DO EXPERIMENTO

As atividades dos participantes do Grupo-controle foram realizadas nos Ateliês de projeto das próprias disciplinas de projeto arquitetônico, enquanto as do Grupo-experimental no Laboratório de Computação do Curso.

Nos computadores do Laboratório de Computação foram instalados todos os sistemas (QUADRO 5.5) necessários para desenvolvimento das atividades do experimento a partir dos Modelos Arquitetônico fornecidos.

## 5.9 RESUMO DO CAPÍTULO

A pesquisa experimental foi aplicada no ambiente real, na disciplina de projeto de arquitetura, com participação de professores e estudantes, em três semestres consecutivos. Com os experimentos foi possível conhecer, a cada semestre, os pontos positivos e limitações dos artefatos, possibilitando o seu aperfeiçoamento antes de cada novo experimento.

## 6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS COLETADOS

### 6.1 CONTEXTO

No Capítulo 5 a pesquisa experimental para avaliar os artefatos foi detalhada, além da determinação dos sujeitos, relação de edifícios estudados, atividades desenvolvidas e sistemas BIM utilizados para abrir, visualizar e navegar pelos modelos arquitetônicos. Neste capítulo, os dados coletados nos experimentos serão descritos e analisados por meio da estatística inferencial, para posterior interpretação.

Os experimentos foram executados em três semestres consecutivos e, à medida em que as lições eram aprendidas, os artefatos (MEE-MA e MMIA) e instrumento de coleta de dados passaram por refinamentos. O número de atividades também cresceu neste período (QUADRO 6.1), para avaliação dos artefatos propostos e compreensão dos aspectos dos edifícios estudados.

QUADRO 6.1 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS POR SEMESTRE NOS EXPERIMENTOS

Semestre	2018-2	2019-1	2019-2
Atividades desenvolvidas	Piloto	Atividade 1	Pré-teste
		Atividade 2	Atividade 1
			Atividade 2

FONTE: O autor (2020)

Todos os experimentos e atividades tiveram a participação de estudantes e contribuição de professores, divididos em Grupo-controle (GC) e Grupo-experimental (GE) para posterior comparação dos resultados. Os experimentos aconteceram de forma simultânea nos dois grupos e, com exceção do Pré-teste no semestre 2019-2, os participantes do GC permaneciam no ateliê, enquanto os do GE se deslocavam ao Laboratório de Computação. Os experimentos sempre aconteceram nas disciplinas de Projeto Arquitetônico 3 e Projeto Arquitetônico 5 nestes três semestres e a participação se restringia aos estudantes matriculados nestas disciplinas e respectivos professores.

Os experimentos permitiram a coletar dados sobre o desempenho do artefato e que foram analisados conforme ilustrado na FIGURA 6.1.



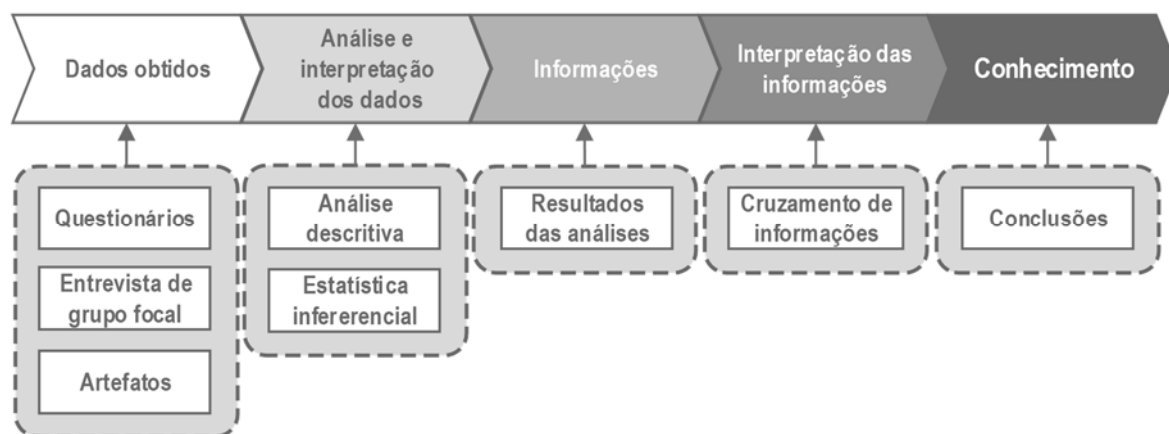
Os resultados coletados por meio de Questionário 1 e tratados a partir dos experimentos serão apresentados em duas etapas distintas. Na primeira etapa, os resultados das variáveis em estudo e que foram submetidos à análise descritiva. E na segunda etapa, os dados submetidos à estatística inferencial.

A análise estatística foi feita com auxílio de planilhas eletrônicas no software Excel<sup>18</sup>, para organização e tabulação dos dados, e o software R<sup>19</sup> para a compreensão dos dados por meio de diferentes técnicas estatísticas.

Os resultados das análises fornecem informações sobre o desempenho do Método para Estudo de Edifícios da arquitetura precedente por meio de Modelos Arquitetônicos (MEE-MA) no ambiente real. Estas informações foram cruzadas com outras obtidas por meio de entrevista do tipo Grupo Focal.

A partir da interpretação das informações, são apresentadas conclusões sobre a adoção do MEE-MA em disciplinas de projeto de arquitetura.

FIGURA 6.1 - DELINEAMENTO DA ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS



FONTE: O autor (2020)

## 6.2 APRESENTAÇÃO DESCRITIVA DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Neste tópico, são apresentados os dados coletados nos experimentos e que receberam tratamento, para sua análise e interpretação. O objetivo da análise é organizar os dados para permitir a obtenção de respostas, enquanto a interpretação

<sup>18</sup> Editor de planilhas da Microsoft

<sup>19</sup> Software livre para análise de dados

procura dar sentido mais amplo para estas respostas, relacionando-as com conhecimentos adquiridos anteriormente (GIL, 2011). As respostas são relacionadas ao desempenho do Método para Estudo de Edifícios da arquitetura precedente por meio de Modelos Arquitetônicos (MEE-MA) nos experimentos em ambiente real, conforme as etapas a seguir.

### 6.2.1 Participantes nos experimentos

#### a) Experimento Piloto 2018-2

O Experimento Piloto, no semestre 2018-2, foi a única atividade desenvolvida, para avaliar o MEE-MA em situação real e testar o Instrumento de Coleta de Dados. Foi estudado apenas um edifício por disciplina. Teve participação de 72 (83,72%) dos 86 estudantes matriculados nas disciplinas de Projeto Arquitetônico 3 (PA3) e Projeto Arquitetônico 5 (PA5), conforme detalhado na TABELA 6.1. Neste semestre, o número de estudantes matriculados nestas turmas era elevado e, inclusive, a disciplina de PA5 tinha 49 estudantes, cinco acima do limite previsto no PPC do Curso.

TABELA 6.1 – DISCIPLINAS, PARTICIPANTES E EDIFÍCIOS DO EXPERIMENTO 2018-2

Disciplinas	Estudantes			Grupo-controle			Grupo-experimental			Edifício (b)
	Matriculados	Participantes	%	Estudantes participantes		Professor (a)	Estudantes participantes		Professor	
				Q	%		Q	%		
Projeto Arquitetônico 3 (PA3)	37	36	97,29	22	53,66	A	14	45,16	B	A
Projeto Arquitetônico 5 (PA5)	49	36	73,46	19	46,34	C	17	54,84	D	C
TOTAL	86	72	83,72	41	100,00		31	100,00		
(a) APÊNDICE VIII (b) Quadro 5.3										

FONTE: O autor (2020)

#### b) Experimento 2019-1

No experimento do semestre 2019-1, foram desenvolvidas duas atividades independentes, envolvendo os estudantes do Grupo-controle e do Grupo-experimental e respectivos professores, para estudo de diferentes edifícios.

Conforme detalhado na TABELA 6.2, do total de 74 estudantes matriculados em PA3 e PA5, 62 (83,78%) participaram da Atividade 1 e 56 (75,67%) da Atividade 2. Um decréscimo de 9,68% na amostra entre as duas atividades. Ao analisar por disciplina, em PA5, a proporção de participantes diminuiu 11,11% contra 8,57% de PA3. Entre os grupos, chama a atenção que no GE da disciplina de PA5, o número de participantes entre a Atividade 1 e Atividade 2 reduziu de 16 para 13 estudantes, uma diferença de 18,75% a menos na Atividade 2, enquanto no GC o número de participantes não se alterou entre uma atividade e outra.

TABELA 6.2 - DISCIPLINAS, PARTICIPANTES E EDIFÍCIOS DO EXPERIMENTO 2019-1

Disciplinas		Estudantes			Grupo-controle			Grupo-experimental			Edifício (b)
		Matriculados	Participantes	%	Estudantes participantes		Professor (a)	Estudantes participantes		Professor	
					Q	%		Q	%		
Atividade 1	PA3	35	35	97,22	17	60,71	A	18	52,94	B	A
	PA5	39	27	69,23	11	39,29	D	16	47,06	E	D
	TOTAL	74	62	83,78	28	100,0		34	100,0		
Atividade 2	PA3	35	32	91,42	15	57,69	A	17	56,67	B	B
	PA5	39	24	61,53	11	42,31	D	13	43,33	E	C
	TOTAL	74	56	75,67	26	100,0		30	100,0		

(b) APÊNDICE VIII (b) Quadro 5.3

(b) APÊNDICE VIII (b) Quadro 5.3

FONTE: O autor (2020)

Uma explicação para diminuição de estudantes participantes entre uma atividade e outra é que, na Atividade 2 deste semestre, os estudantes deveriam estudar e preparar uma apresentação sobre o edifício escolhido e apresentar em outra data prevista nos Planos de Aulas das respectivas disciplinas.

Como em nenhuma das atividades a participação, como explicado anteriormente, era obrigatória e, portanto, não valia nota para a disciplina matriculada, alguns perderam o interesse em prosseguir contribuindo nos experimentos. Um outro motivo plausível, no caso da disciplina PA5, seria o edifício C (Escola Gerardo Molina – ver QUADRO 5.3) a ser estudado para a Atividade 2, que seria mais complexo e demandaria mais tempo para a sua compreensão do que o edifício D. No entanto,

essa diminuição de participantes entre uma atividade e outra não ocorreu no GC, que manteve os mesmos 11 estudantes.

Foi constatado também que a desistência de três estudantes do GE na disciplina PA5 eram todos de uma mesma equipe. Provavelmente, esta equipe deve ter enfrentado dificuldades para manipular o modelo no sistema Autodesk Revit para estudar o edifício e preparar uma apresentação. Mesmo o pesquisador estando à disposição dos estudantes para esclarecer dúvidas e dificuldades na operação do software, nenhum deles entrou em contato.

Conforme levantamento ilustrado no QUADRO 5.6, são poucos os estudantes que participaram dos experimentos e que utilizam o Autodesk Revit regularmente e, entre aqueles que já o utilizam o software, todos estão no Estágio BIM1, segundo proposta de estágios de adoção da tecnologia e princípios BIM propostos por Succar (2009). Ou seja, estes estudantes sabem modelar no Autodesk Revit, com o objetivo de gerar documentação 2D e visualizar o edifício em 3D. Os demais estudantes estão no Estágio pré-BIM, ou seja, desenvolvem os projetos baseados em desenho 2D e visualização 3D no CAD, o que justifica as dificuldades para estes manipularem o modelo BIM fornecido.

#### a. Experimento 2019-2

No semestre 2019-2, foram desenvolvidas três atividades independentes envolvendo os estudantes das disciplinas PA3 e PA5. Em cada disciplina, os estudantes e respectivos professores, foram divididos em Grupo-controle e Grupo-experimental para estudo de edifícios precedentes. Além da Atividade 1 e 2 aplicadas no Experimento 2019-1, foi incluída a atividade de Pré-teste, para avaliação preliminar do desempenho dos participantes dos grupos antes de executar as Atividades 1 e 2, como ilustrado no QUADRO 6.1.

De acordo com os dados da TABELA 6.3, do total de 51 estudantes matriculados, 40 (78,34%) participaram do Pré-teste, 32 (62,75%) da Atividade 1 e 31 (60,78%) da Atividade 2. Uma redução de 20% na amostra entre o Pré-teste e Atividade 1 e de 3,00% entre a Atividade 1 e Atividade 2.

Ao analisar por disciplinas, em PA3 a proporção de participantes diminuiu 25,00% ante os 15,00% de PA5 entre o Pré-teste e Atividade 1. Entre Atividade 1 e

Atividade 2, enquanto em PA3 houve nova diminuição de participantes, de 6,67%, em PA5 não houve redução.

Na análise por grupos, no GC da disciplina de PA3, o número de participantes entre o Pré-teste e Atividade 1 diminuiu de 9 para 7 estudantes, uma diferença de 22,22%, e na disciplina PA5 de 11 para 8, uma redução de 27,23%. Enquanto no GE o número de participantes diminuiu apenas na disciplina PA3, entre o Pré-teste e Atividade 1 de 11 para 8, uma redução de 27,27%. O restante não se alterou entre uma atividade e outra.

TABELA 6.3 - DISCIPLINAS, PARTICIPANTES E EDIFÍCIOS DO EXPERIMENTO 2019-2

Disciplinas		Estudantes			Grupo controle			Grupo experimental			Edifício (b)
		Matriculados	Participantes	%	Estudantes participantes		Professor (a)	Estudantes participantes		Professor	
					Q	%		Q	%		
Pré-teste	PA3	27	20	74,07	9	45,00	A	11	55,00	B	E
	PA5	24	20	83,33	11	55,00	D	9	45,00	-	F
	TOTAL	51	40	78,43	20	100,00		20	100,00		
Atividade 1	PA3	27	15	55,55	7	46,67	A	8	47,06	B	A
	PA5	24	17	70,83	8	53,33	D	9	52,94	C	C
	TOTAL	51	32	62,75	15	100,00		17	100,00		
Atividade 2	PA3	27	14	51,85	6	42,86	A	8	47,06	B	B
	PA5	24	17	70,83	8	57,14	D	9	52,94	C	D
	TOTAL	51	31	60,78	14	100,00		17	100,00		

(a) APÊNDICE VIII (b) Quadro 5.3

FONTE: O autor (2020)

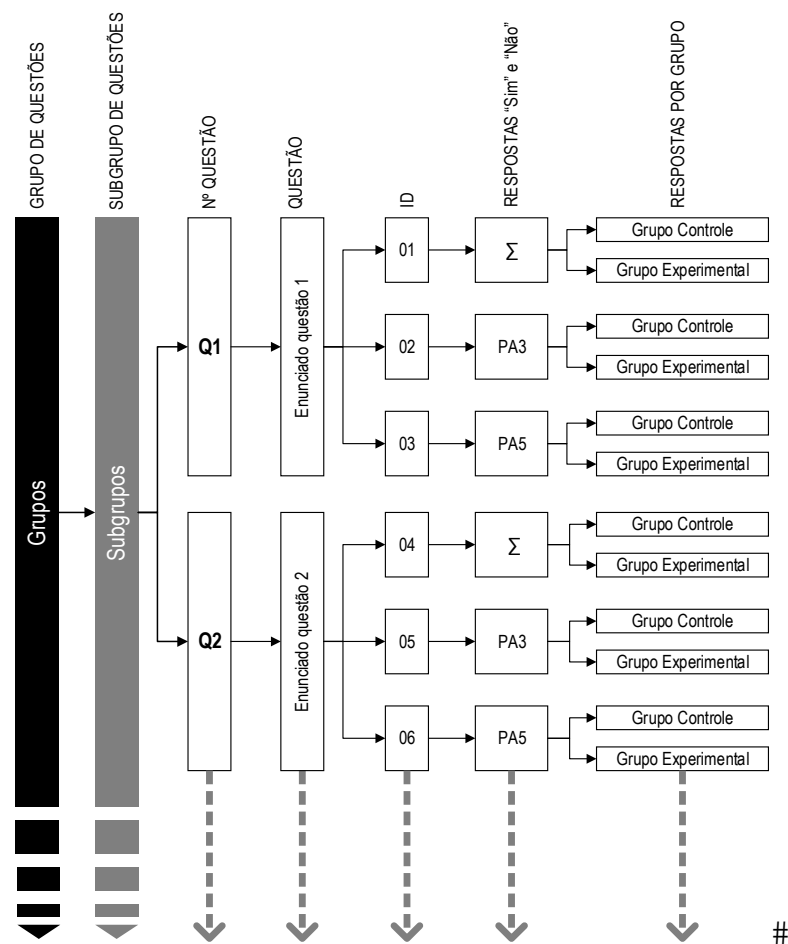
Neste semestre, a Atividade 2, diferentemente de 2019-1, aconteceu na mesma aula da Atividade 1 e, desta forma, apenas um estudante da disciplina PA3 desistiu. Entre os Pré-testes e Atividade 1, por terem acontecido em datas diferentes, houve maior número de desistentes em ambas as disciplinas e grupos.

### 6.2.2 Tabulação dos dados

As respostas “sim” e “não” de cada questão do Questionário 1 (APÊNDICE VI), coletadas por meio de perguntas fechadas no questionário no *Google Forms*, foram transformados em números para permitir a tabulação em planilhas eletrônicas.

Na tabulação, estes dados foram organizados em categorias, grupos e subgrupos de questões; disciplinas, grupos de participantes, respostas corretas e atividades. Desta maneira, é possível fazer a contagem das respostas a cada questão, grupos de participantes, turmas participantes, subgrupo de questões e grupos de questões (FIGURA 6.2).

FIGURA 6.2 - ORGANIZAÇÃO DOS DADOS COLETADOS



FONTE: O autor (2020)

As categorias de questões se referem a a) atividade do estudo edifícios da arquitetura precedente, b) a aprendizagem adquirida por meio do estudo de edifícios da arquitetura precedente e aos c) aspectos arquitetônicos (APÊNDICE VI).

### 6.2.3 Descrição e análise dos dados

Os dados foram coletados nos experimentos aplicados nos semestres 2018-2, 2019-1 e 2019-2 nas disciplinas de Projeto Arquitetônico 3 e Projeto Arquitetônico 5. No semestre 2018-2, o instrumento de coleta de dados ainda não contemplava questões relativas à a) atividade do estudo de edifícios da arquitetura precedente e nem da b) aprendizagem adquirida por meio do estudo de edifícios da arquitetura precedente, apenas relativos aos c) aspectos arquitetônicos e, mesmo assim, com algumas limitações no questionário, verificadas após o Experimento Piloto.

Os dados são descritos e analisados a partir de gráficos e tabelas da seguinte forma:

- a) Dados obtidos nos experimentos do semestre 2018-2 são apresentados separadamente, devido às diferenças com o questionário dos semestres 2019-1 e 2019-2.
- b) Os dados obtidos nos experimentos dos semestres 2019-1 e 2019-2 foram somados. Portanto, para esclarecimento e compreensão de alguns fenômenos verificados é necessário consultar a tabela completa dos dados coletados e tabulados disponibilizados nos APÊNDICES XIX a XXII.

A média aritmética simples, adotada nesta pesquisa, é a medida mais usada para representação típica dos resultados obtidos, fornece descrição precisa do grupo como um todo e possibilita o confronto entre os dois grupos participantes (GIL, 2011) nos experimentos.

#### 6.2.3.1 Atividade do estudo de edifícios da arquitetura precedente nos experimentos

Neste grupo, os dados coletados das questões Q1, referente ao material de apoio para estudo do edifício precedente, Q2, referente ao repertório arquitetônico para análise de edifícios, Q3, tempo para analisar o edifício precedente e Q4, o método para estudo do edifício precedente (TABELA 6.4), foram analisados.

- a) Material de apoio: a maioria dos estudantes concordou que o material de apoio usado nos experimentos era adequado para compreender os edifícios. O menor percentual de estudantes que concordaram com esta questão, com 68,42%, foi verificado na Atividade 1 da disciplina de Projeto Arquitetônico 5. Ao examinar a questão Q1 no APÊNDICE IV, verificou-se que apenas 50% dos estudantes da turma do semestre 2019-2 entenderam que o material de apoio usado pelo professor era adequado, diminuindo a média desta questão. Os edifícios estudados nesta atividade foram diferentes nos dois semestres (QUADRO 5.4) e, provavelmente, o material de apoio usado na aula expositiva, neste caso, não ajudou na compreensão de parte dos aspectos dos edifícios pelos estudantes deste grupo.

Em nenhuma das disciplinas ou atividades o material de apoio usado no GE, baseado em Modelos Arquitetônicos, teve avaliação inferior ao do GC pelos estudantes.

TABELA 6.4 - ATIVIDADE DE ESTUDO DE PRECEDENTES 2019-1+2019-2

Disciplinas		PA3								PA5							
		Atividade 1				Atividade 2				Atividade 1				Atividade 2			
Questões		GC (%)		GE (%)		GC (%)		GE (%)		GC (%)		GE (%)		GC (%)		GE (%)	
Q1	Material de apoio para estudo dos edifícios adequado	24	100,0	26	100,0	18	85,71	25	100,0	13	68,42	23	92,00	15	78,95	18	81,82
Q2	Repertório para análise dos edifícios suficiente	20	83,33	20	76,92	13	61,90	20	80,00	18	94,74	22	88,00	18	94,74	18	81,82
Q3	Tempo para análise do edifício adequado	22	91,67	21	80,77	17	80,95	20	80,00	14	73,68	25	100,0	13	68,42	16	72,73
Q4	Método para estudo do edifício adequado	21	87,50	22	84,62	14	66,67	17	68,00	12	63,16	21	84,00	13	68,42	13	59,09
Respondentes		24		26		21		25		19		25		19		22	

FONTE: O autor (2020)

- b) Repertório arquitetônico: os participantes, em sua maioria, responderam que tinham conhecimento suficiente para analisar os edifícios nas atividades dos experimentos. Analisando por disciplinas e grupos, 61,90% dos estudantes do GC da disciplina de Projeto Arquitetônico 3, na



Atividade 2, responderam positivamente a esta questão. Consultando a questão Q2 no APÊNDICE XI, para descobrir qual turma havia contribuído para baixar a média, verificou-se que foram os estudantes do semestre 2019-1, onde apenas 53,33% acreditavam que estavam preparados para analisar os edifícios de forma autônoma, com repertório já adquirido, sem influência do professor.

- c) Tempo para análise dos edifícios: para cada atividade dos experimentos, foram disponibilizados 30 minutos. Apenas na Atividade 2 do semestre 2019-1, quando os estudantes apresentavam aspectos dos edifícios da arquitetura precedente, o tempo destinado foi um pouco maior, em torno de 40 minutos.

Os estudantes, de uma forma em geral, concordaram que o tempo para analisar os edifícios foi o suficiente. A Atividade 2 do GC da disciplina de Projeto Arquitetônico 5, teve 68,42% de estudantes concordando com a questão, um percentual abaixo dos demais casos, devido à influência do semestre 2019-2, onde apenas 37,50% concordaram que o tempo foi o suficiente, conforme questão Q3 no APÊNDICE XI.

- d) Método para estudo de precedentes: Os participantes da Atividade 1 da disciplina Projeto Arquitetônico 3, em ambos os grupos, foram os que mais aprovaram os métodos dos quais participaram para estudo de precedentes. Na disciplina de Projeto Arquitetônico 5, os participantes do GE na Atividade 1, em sua grande parte (84%), concordaram que o MEE-MA é adequado para estudo de aspectos dos edifícios, muito acima dos do GC, com 63,16%. Nas Atividades 2, de ambas as disciplinas e grupos, um percentual menor de estudantes concordaram que os métodos adotados para estudo de precedentes eram adequados.

Na Atividade 2 do semestre 2019-1 (APÊNDICE XI), o número de participantes foi menor em relação à Atividade 1, talvez porque os experimentos aconteceram em datas diferentes, influenciando nos resultados apresentados na TABELA 6.4. Para diminuir o número de desistências no semestre 2019-2, as Atividades 1 e 2 aconteceram em aulas de mesma data.

### 6.2.3.2 A aprendizagem adquirida por meio do estudo de edifícios da arquitetura precedente

No instrumento de coleta de dados, havia uma série de questões, cujo objetivo era coletar dos participantes percepções pessoais quanto à aprendizagem adquirida a partir dos edifícios estudados. As questões eram relacionadas às estratégias arquitetônicas (Q5), programa de necessidades (Q6), aspectos técnicos (Q7); aquisição de repertório arquitetônico (Q8), compreensão da influência do terreno na concepção do edifício (Q9) e a ampliação da possibilidade da criação de novos edifícios (Q10).

A TABELA 6.5 apresenta uma média simples das respostas positivas dos participantes às questões referentes à percepção da “aprendizagem obtida a partir do estudo de edifícios”. Ao comparar os resultados, praticamente não houve diferenças nas percepções pessoais quanto à aprendizagem entre ambos os grupos, em cada atividade e disciplina, após os estudos de cada edifícios. Segundo dados coletados dos participantes, a proporção de respostas positivas à questão, em média, foi bem elevada, acima de 75%.

A menor proporção de respostas positivas foi dos participantes do GC na Atividade 2, em ambas as disciplinas. Analisando o APÊNDICE XII, as questões que tiveram menor número de estudantes concordando com a percepção da obtenção da aprendizagem após as atividades, foram: “programa de necessidades” (Q6) e “aspectos técnicos” (Q7). No semestre 2019-1, também devem ser destacados o baixo índice de respostas positivas na questão “compreensão da influência do terreno na concepção do edifício” (Q9) nas Atividades 1 e 2, mas que não influenciaram na média geral, pois nas demais questões as respostas positivas foram altas em relação à percepção da aprendizagem obtida.

TABELA 6.5 – 2019-1+2019-2 – APRENDIZAGEM A PARTIR DO ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE - COMPARATIVO MÉTODO TRADICIONAL (GC) X MEE-MA (GE)

Resultados	Disciplinas							
	PA3				PA5			
	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Respondentes	24	26	21	25	19	25	19	22
Média	19,67	22,00	16,17	21,33	16,33	20,50	14,67	17,67
%	81,94%	84,62%	76,98%	85,33%	85,96%	82,00%	77,19%	80,30%

FONTE: O autor (2020)

### 6.2.3.3 Aspectos arquitetônicos

As médias simples foram extraídas de subgrupos de questões nos experimentos realizados nos semestres 2018-2, 2019-1 e 2019-2 e separadamente para cada atividade.

#### a) Experimento Piloto 2018-2

O Experimento Piloto, aplicado no semestre de 2018-2, teve a finalidade de testar os procedimentos para coleta de dados, os artefatos e instrumento para coleta de dados em situação real, no ambiente de aulas das disciplinas de Projeto Arquitetônico 3 e Projeto Arquitetônico 5 e respectivos estudantes e professores.

Para medir a compreensão dos aspectos funcionais dos edifícios estudados, o instrumento de coleta contemplava questões relacionadas aos ambientes, circulações e acessos. São itens de compreensão objetiva, exigindo apenas capacidade para análise e abstração do edifício a partir de material de apoio usado e/ou fornecido.

Cada disciplina, cujos estudantes foram divididos em Grupo-controle e Grupo-experimental, estudou um edifício (TABELA 6.1). A TABELA 6.6 demonstra que o percentual de estudantes do GE, em ambas as disciplinas, que responderam corretamente às questões relacionadas a esse aspecto foi maior do que a do GC.

TABELA 6.6 – 2018-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS FUNCIONAIS DOS EDIFÍCIOS

Resultados	Disciplinas			
	PA3		PA5	
	GC	GE	GC	GE
Respondentes	22	14	19	17
Média*	9,83	9,67	6,00	15,50
%*	44,70%	<b>69,05%</b>	31,58%	<b>91,18%</b>

FONTE: O autor (2020)

Em relação à compreensão dos aspectos técnicos dos edifícios estudados, as questões eram relacionadas basicamente aos pilares, não em seu dimensionamento ou como parte de um sistema estrutural, mas como elementos que, com suas formas e dimensões, influenciam diretamente na qualidade dos espaços arquitetônicos e forma do edifício.

O esperado, como é um elemento fácil de avaliar objetivamente em qualquer edifício, era que os estudantes de ambos os grupos tivessem um grau de acerto elevado, não foi o que ocorreu. Segundo os resultados apresentados na TABELA 6.7, apenas os estudantes do Grupo-controle da disciplina de Projeto Arquitetônico 5, com 73,68% dos respondentes assinalaram a resposta correta, enquanto nenhum dos participantes do Grupo-experimental assinalou a resposta correta. Na disciplina de Projeto Arquitetônico 3, em ambos os grupos, 50% responderam corretamente.

TABELA 6.7 - 2018-2- COMPREENSÃO DOS ASPECTOS TÉCNICOS

Resultados	Disciplinas			
	PA3		PA5	
	GC	GE	GC	GE
Respondentes	22	14	19	17
Média	11,00	7,00	14,00	0,00
%	50,00%	50,00%	73,68%	0,00%

FONTE: O autor (2020)

O instrumento de coleta de dados para o experimento Piloto contemplou apenas a condicionante Topografia para os estudantes analisarem externamente ao edifício. A topografia do terreno influencia diretamente na organização dos espaços, na implantação, no partido arquitetônico, na forma e acessos do edifício.

Segundo os resultados obtidos (TABELA 6.8), os estudantes do GE da disciplina Projeto Arquitetônico 3 tiveram melhor compreensão da topografia, enquanto na disciplina de Projeto Arquitetônico 5, foram os estudantes do GC.

TABELA 6.8 - 2018-2 - COMPREENSÃO DA TOPOGRAFIA

Resultados	Disciplinas			
	PA3		PA5	
	GC	GE	GC	GE
Respondentes	22	14	19	17
Média	10,00	11,00	12,00	5,00
%	45,45%	78,57%	63,16%	29,41%

FONTE: O autor (2020)

Para analisar os aspectos compositivos nos edifícios, o instrumento de coleta de dados para o Experimento Piloto incluiu questões relativas às intenções projetuais, recursos arquitetônicos e aspectos compositivos. São elementos que não são compreensíveis facilmente, pois na maioria das vezes são implícitos nos edifícios e

exigem do estudante grande capacidade de percepção e abstração e um repertório arquitetônico.

No Experimento piloto, como esperado, os resultados na TABELA 6.9 indicam que os estudantes de ambas disciplinas e grupos tiveram dificuldades para compreensão dos aspectos compositivos nos edifícios estudados, refletindo no baixíssimo grau de acerto no questionário.

TABELA 6.9 - 2018-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS

Resultados	Disciplinas			
	PA3		PA5	
	GC	GE	GC	GE
Respondentes	22	14	19	17
<b>Média</b>	<b>6,94</b>	<b>3,50</b>	<b>5,78</b>	<b>3,83</b>
<b>%</b>	<b>31,57%</b>	<b>25,00%</b>	<b>30,41%</b>	<b>22,55%</b>

FONTE: O autor (2020)

Por fim, foi executada uma entrevista do tipo grupo focal com os participantes dos grupos, para coletar opiniões do grupo sobre aspectos do edifício precedente que poderiam influenciar em um novo projeto, tais como aspectos funcionais do edifício (F), aspectos técnicos (T), implantação (I) e aspectos compositivos (C).

Conforme detalhado no (QUADRO 6.2), no Experimento Piloto, a compreensão dos aspectos no GC e GE foram bem diversificadas segundo os termos citados pelos estudantes. Alguns aspectos não foram contemplados com os termos citados, como por exemplo no programa do edifício.

QUADRO 6.2 - RESULTADOS DA ENTREVISTA GRUPO FOCAL EXPERIMENTO PILOTO 2018-2

Disciplina	Grupo	Edifício	Atividade	Compreensão
PA3	GC	A	Piloto	T - controle ambiental I - visuais C - espacialidade, volumes, relação com o existente, , ,
	GE			F - ambientes, setores T - estrutura, controle ambiental C - cobogós, espaços
PA5	GC	D	Piloto	T - estrutura, materiais I - inserção urbana C - espacialidade
	GE			F - circulações T - estrutura I - terreno, acessos, topografia

FONTE: O autor (2020)

Fazendo uma síntese, os termos mais citados entre participantes do Grupo-controle foram: espacialidade (C), e no Grupo-experimental: estruturas (T).

b) Experimento 2019-1 + 2019-2

Os dados coletados nas atividades do semestre 2019-1 foram agregados aos de 2019-2 e representados de forma sintética para análise e interpretação dos resultados. Os dados completos estão representados nos APÊNDICES XIX a XXII.

Os aspectos funcionais dos edifícios estudados se referem à compreensão do conjunto de setores, ambientes, circulações e acessos nos edifícios estudados. São itens de compreensão objetiva e não exigem capacidade de percepção elevada ou repertórios anteriores. Apenas exige capacidade de análise e abstração.

Nos experimentos realizados nos dois semestres, nas disciplinas de Projeto Arquitetônico 3 e Projeto Arquitetônico 5, foram estudados quatro edifícios diferentes (TABELA 6.2 e TABELA 6.3) com abordagens diferentes.

Nos dados apresentados na TABELA 6.10, os estudantes pertencentes ao Grupo-experimental, nas duas atividades e nas duas disciplinas, tiveram média de acertos significativamente superiores aos do Grupo-controle.

TABELA 6.10 -2019-1+ 2019-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS FUNCIONAIS DOS EDIFÍCIOS

Resultados	Disciplinas							
	PA3				PA5			
	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Respondentes	24	26	21	25	19	25	19	22
Média*	10,90	19,67	12,24	18,29	11,19	18,76	8,33	14,57
% *	45,44%	<b>75,64%</b>	58,28%	<b>73,14%</b>	58,90%	<b>75,05%</b>	43,86%	<b>66,23%</b>

FONTE: O autor (2020)

Em relação à compreensão dos aspectos técnicos dos edifícios estudados (TABELA 6.11), os estudantes do Grupo-experimental também tiveram maior acerto nas respostas do que os do Grupo-controle. Este aspecto também é composto por itens de compreensão objetiva, tais como sistema construtivo, sistema estrutural, materiais e conforto ambiental.

TABELA 6.11 - 2019-1+2019-2- COMPREENSÃO DOS ASPECTOS TÉCNICOS

Resultados	Disciplinas							
	PA3				PA5			
	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Respondentes	24	26	21	25	19	25	19	22
Média*	11,95	16,38	10,86	15,43	9,43	16,95	10,38	14,05
%*	49,80%	63,00%	51,70%	61,71%	49,62%	67,81%	54,64%	63,85%

FONTE: O autor (2020)

As condicionantes do terreno são elementos externos ao edifício que influenciam diretamente na implantação, orientação, partido e forma do edifício. A sua compreensão em edifícios existentes permite entendimento das escolhas que o arquiteto teve de fazer ao projetar o edifício. Parte dos elementos são de compreensão objetiva e parte subjetiva. Ou seja, esse aspecto exige capacidade maior de percepção da relação entre o edifício e o ambiente externo.

A TABELA 6.12 apresenta resultados que ilustram que os estudantes do Grupo-experimental acertaram maior número de questões do que os do Grupo-controle, nas duas disciplinas e atividades.

TABELA 6.12 - 2019-1+2019-2 - COMPREENSÃO DA IMPLANTAÇÃO

Resultados	Disciplinas							
	PA3				PA5			
	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Respondentes	24	26	21	25	19	25	19	22
Média	12,78	20,11	14,22	18,67	13,44	18,44	11,44	14,56
%	53,24%	77,35%	67,72%	74,67%	70,76%	73,78%	60,23%	66,16%

FONTE: O autor (2020)

Os aspectos compositivos são considerados totalmente subjetivos e, sua compreensão, exige maior capacidade de percepção e abstração e um repertório arquitetônico anterior. Os aspectos compositivos são relacionados à forma do edifício, o seu espaço, estratégias compositivas, recursos arquitetônicos, equilíbrio, simetria, etc.

Segundo dados obtidos (TABELA 6.13) nos experimentos, com exceção da Atividade 1 na disciplina Projeto Arquitetônico 3, onde os estudantes do Grupo-experimental tiveram maior grau de acerto, nos demais casos, os estudantes do Grupo-controle tiveram maior compreensão deste aspecto nos edifícios estudados do que os do Grupo-experimental. No entanto, as diferenças foram bem pequenas e,

provavelmente, o MEE-MA não teve influência na maior ou menor compreensão dos estudantes por este aspecto.

TABELA 6.13 - 2019-1+2019-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS

Resultados	Disciplinas							
	PA3				PA5			
	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
Questão	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Respondentes	24	26	21	25	19	25	19	22
Média	12,67	17,58	15,38	17,96	13,79	18,08	13,58	15,38
%	52,78%	67,63%	73,21%	71,83%	72,59%	72,33%	71,49%	69,89%

FONTE: O autor (2020)

QUADRO 6.3 - RESULTADOS DA ENTREVISTA FOCAL EXPERIMENTO 2019-1

	Grupo	Edifício	Atividade	Compreensão de elementos de aspectos dos edifícios
PA3	GC	A	1	F- Percursos, setorização T- conforto ambiental, materiais I - valorização do entorno, visibilidade, harmonia com entorno, respeito e valorização precedente C - elementos plásticos, percepção espacial, iluminação pelos cobogós
	GE			F - setores, proporções de áreas T- detalhes, técnicas construtivas I – relação com o existente C – espacialidade, vazios
	GC	B	2	T- telhado verde, estrutura, materiais I - relação com precedente, integração urbana, relação entre blocos C -, detalhes do precedente, relação proporções, relação de hierarquia com o antigo
	GE			F- setores, ambientes, circulações T- estrutura, análise solar I - delimitação do terreno C - percurso
PA5	GC	D	1	F- setorização T- estrutura, modulação, ventilação natural I - ocupação do terreno, topografia C - honestidade
	GE			F- setorização T- ventilação, estrutura I – topografia, acessos C - cheios x vazios
	GC	C	2	T- estrutura, sistema de controle solar, materiais I - relação com entorno C - forma do edifício
	GE			F- setorização, organização espacial T- estrutura mista, iluminação I - remansos no terreno

FONTE: O autor (2020)

Na entrevista do tipo grupo focal, com os participantes dos grupos, foram coletadas opiniões do grupo sobre aspectos dos precedentes estudados que



poderiam influenciar em um novo projeto, tais como aspectos funcionais do edifício (F), aspectos técnicos (T), implantação (I) e aspectos compositivos (C).

O QUADRO 6.3, no Experimento 2019-1, a compreensão dos aspectos no GC e GE foram bem diversificadas e variaram entre turmas, disciplinas, grupos, atividades e edifícios. Alguns aspectos não foram contemplados com os termos citados.

Fazendo uma síntese dos termos mais citados entre participantes do Grupo-controle foram: relação com o entorno/existente (I), estrutura (T) e setorização (F), já entre os do Grupo-experimental foram: setores/setorização (F), estruturas (T).

O QUADRO 6.4 apresenta os termos citados nas entrevistas após o Experimento 2019-2, relacionados aos aspectos no GC e GE. Os termos, a exemplo do Experimento 2019-1, também variaram entre turmas, disciplinas, grupos, atividades e edifícios. Alguns aspectos novamente não foram contemplados com os termos citados.

QUADRO 6.4 - RESULTADOS DA ENTREVISTA FOCAL EXPERIMENTO 2019-2

	Grupo	Edifício	Atividade	Compreensão de elementos de aspectos dos edifícios
PA3	GC	A	1	F- setores T- cobogós, conforto ambiental, materiais I - relação com entorno, valorização do entorno, visibilidade C - percursos, elementos plásticos, percepção espacial,
	GE			T - estrutura I - respeito com o precedente, relação da implantação com o partido C – subtrações, espacialidade
	GC	B	2	T- telhado verde, estrutura, materiais I - integração com existente C -relação proporções, valorização do existente
	GE			F- setores T- estrutura I - topografia, implantação
PA5	GC	C	1	T- sistema de controle solar /segurança, materiais I – relação com entorno C -forma do edifício
	GE			F- setores, percursos, acessos T- sistema estrutural, insolação I – acessos C - repetição dos blocos, relação da forma com terreno
	GC	D	2	F- setorização T- estrutura, modulação, ventilação natural I - apropriação do terreno/topografia
	GE			F- setores T- sistema estrutural, estudo insolação I – acessos, relação com contexto C - forma do edifício

FONTE: O autor (2020)

Fazendo uma síntese dos termos mais citados entre participantes do Grupo-controle foram: setores (F), materiais (T), relação com o entorno/existente (I), estrutura (T), já entre os do Grupo-experimental foram: setores (F), relação com o entorno/contexto (I), estruturas (T).

#### 6.2.3.4 Modelos Arquitetônicos para estudo de edifícios da arquitetura precedente

Para coletar impressões dos participantes do Grupo-experimental em relação ao uso de modelos Arquitetônicos para estudo de edifícios, estes responderam a algumas questões adicionais após o experimento.

##### a. Experimento Piloto 2018-2

No experimento deste semestre, foi usado o sistema de visualização Tekla BIMsight para analisar os Modelos Arquitetônico dos edifícios, conforme QUADRO 5.5. Os menores números de participantes favoráveis se referem à questão “Maior compreensão da relação edifício X contexto”, se comparado ao Método Tradicional, em ambas as disciplinas. Isto se explica porque os modelos não representavam os edifícios do entorno, apenas o terreno com sua topografia, ruas e orientação solar. Outro ponto a ser destacado, na questão “Permite maior compreensão do edifício estudado”, é que os participantes da disciplina PA3 tiveram dificuldade para compreender o edifício, pela sua complexidade, usando o Tekla BIMsight. Esse sistema não representa os elementos do edifício como objetos sólidos, mas apenas o seu contorno com superfícies (TABELA 6.14).

TABELA 6.14 – 2018-2 - USO DE MODELOS ARQUITETÔNICOS PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS

Resultados	Disciplinas			
	PA3		PA5	
Respondentes	14		17	
Questões	C	%	C	%
É válido para estudo de edifícios	12	85,71%	17	100,00%
Permite maior compreensão do edifício estudado	9	64,29%	17	100,00%
Facilita aquisição de maior conhecimento	10	71,43%	14	82,35%
Maior compreensão da organização espacial	11	78,57%	16	94,12%
Maior compreensão da relação edifício X contexto	7	50,00%	5	29,41%
C- Participantes concordam com a questão				

FONTE: O autor (2020)

Nas demais questões, os participantes foram favoráveis ao uso de Modelos Arquitetônicos para estudo de edifícios, pois acreditam que, comparado ao Método Tradicional, possibilita maior aquisição de conhecimento arquitetônico e tectônico e organização espacial do edifício.

#### b. Experimentos 2019-1+2019-2

Após o Experimento Piloto, os modelos usados foram revisados, receberam edifícios do entorno imediato e foram criadas algumas vistas para facilitar a navegação no modelo para análise e compreensão dos aspectos arquitetônicos. Para possibilitar o experimento em duas diferentes atividades nos semestres 2019-1 e 2019-2, foram modelados mais dois edifícios em sistema BIM (QUADRO 5.5). O estudo dos edifícios foi por meio do sistema Autodesk Revit ou Autodesk Revit Viewer no lugar do Tekla BIMsight. O Autodesk Revit tem recursos de visualização e navegação de Modelos Arquitetônicos inexistentes no Tekla BIMsight, além de representar os elementos com maior fidelidade.

Para análise dos resultados dos experimentos, foi feita somatória dos dados coletados nos semestres 2019-1 e 2019-2, consolidados na TABELA 6.15.

TABELA 6.15 - 2019-1+2019-2 - USO DE MODELOS ARQUITETÔNICOS PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS

Resultados	Disciplinas							
	PA3				PA5			
Atividades	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
Respondentes	26		25		25		22	
Questões	C	%	C	%	C	%	C	%
É válido para estudo da arquitetura precedente	25	96,15%	24	96,00%	25	100,00%	21	95,45%
Permite maior compreensão do projeto estudado	23	88,46%	20	80,00%	20	80,00%	20	90,91%
Facilita aquisição de maior conhecimento	22	84,62%	23	92,00%	20	80,00%	19	86,36%
Maior compreensão da organização espacial	23	88,46%	16	<b>64,00%</b>	18	72,00%	18	81,82%
Maior compreensão da relação edifício X contexto	15	<b>57,69%</b>	15	<b>60,00%</b>	20	80,00%	19	86,36%
Estudo com maior profundidade do edifício	24	92,31%	16	<b>64,00%</b>	21	84,00%	19	86,36%
Maior autonomia ao estudante	23	88,46%	20	80,00%	21	84,00%	18	81,82%
C- Participantes concordam com a questão								

FONTE: O autor (2020)

Nestes experimentos, a questão “Maior compreensão da relação edifício X contexto”, o número de participantes da disciplina PA3 que concordaram foi menor, em ambas as atividades, em relação à disciplina PA5. Ainda na disciplina PA3, na

Atividade 2, as questões “Maior compreensão da organização espacial” e “Estudo com maior profundidade do edifício” também tiveram menor número de participantes concordantes.

#### 6.2.3.5 Sistemas BIM para as atividades de estudo de edifícios da arquitetura precedente

Para coletar impressões dos participantes do Grupo-experimental em relação ao uso de sistemas BIM para estudo de edifícios, os estudantes responderam a questões adicionais após o experimento.

##### a) Experimento Piloto 2018-2

Pelos dados coletados no Experimento Piloto, ilustrados na TABELA 6.16, os participantes consideraram o sistema Tekla BIMSight difícil de operar para visualização e navegação pelo edifício. Uma das razões pode ser justamente pela baixa qualidade na visualização de elementos ou edifício no seu todo e a outra é que eles não têm familiaridade com o software.

TABELA 6.16 – 2018-2 - USO DE SISTEMAS BIM PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS

Resultados	Disciplinas							
	PA3				PA5			
	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
Respondentes	26		25		25		22	
Questões	C	%	C	%	C	%	C	%
É fácil de operar	14	53,85%	9	36,00%	16	64,00%	12	54,55%
C- Participantes concordam com a questão								

FONTE: O autor (2020)

##### b) Experimentos 2019-1+2019-2

Os participantes dos experimentos não consideram o Autodesk Revit “fácil de operar” para a navegação e visualização de forma autônoma no Modelo Arquitetônico dos edifícios (TABELA 6.17), principalmente na Atividade 2, onde os estudantes deveriam operar o sistema por conta para analisar o edifício. No entanto, os participantes consideraram “fácil navegar pelo modelo”, para analisar os aspectos

arquitetônicos dos edifícios quando as vistas estão configuradas para acessarem as informações do edifício.

TABELA 6.17 - 2019-1+2019-2 - USO SISTEMAS BIM PARA ESTUDO DE EDIFÍCIOS

Resultados	Disciplinas							
	PA3				PA5			
	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
Respondentes	26		25		25		22	
Questões	C	%	C	%	C	%	C	%
É fácil de operar	14	<b>53,85%</b>	9	<b>36,00%</b>	16	<b>64,00%</b>	12	<b>54,55%</b>
É fácil navegar pelo modelo para analisar o projeto	22	84,62%	16	64,00%	22	88,00%	17	77,27%
Surpreendeu positivamente	25	96,15%	18	72,00%	20	80,00%	19	86,36%
Todas as disciplinas de projeto deveriam adotar	26	100,00%	22	88,00%	22	88,00%	20	90,91%
C- Participantes concordam com a questão								

FONTE: O autor (2020)

#### 6.2.4 Interpretação dos dados obtidos nos experimentos

Segundo dados da TABELA 6.5, a aprendizagem obtida a partir do estudo de edifícios da arquitetura precedente, de acordo com a percepção dos estudantes, os resultados dos dois grupos foram próximos.

Nos aspectos funcionais, aspectos técnicos, implantação e aspectos compositivos dos edifícios da arquitetura precedentes estudados, conforme dados demonstrados respectivamente na TABELA 6.10, TABELA 6.11, TABELA 6.12 e TABELA 6.13, os estudantes do MEE-MA tiveram, em média, melhor compreensão dos aspectos arquitetônicos do que os do grupo do método tradicional. O uso de sistemas BIM facilita o entendimento do projeto, conforme declarado por Succar (2011).

Para avaliar a compreensão dos aspectos compositivos dos edifícios da arquitetura precedente pelo estudante, foram elaborados diagramas abstratos e incorporados ao Modelo Arquitetônico que, em modelos BIM, segundo Kensek e Noble (2014), auxiliam a expressar as características específicas dos edifícios e a fazer novas descobertas. Os resultados apresentados na TABELA 6.10, no entanto, não demonstrarem vantagens estatísticas do MEE-MA em relação ao método tradicional de estudo dos aspectos compositivos. Pode se afirmar que, como os aspectos compositivos se enquadram na categoria de aspectos subjetivos, segundo Schultz (1983), a sua compreensão depende das experiências anteriores, maior

capacidade de percepção e de abstração do estudante.

O MEE-MA, segundo os resultados demonstrados na TABELA 6.15, contribui para compreensão das suas características arquitetônicas. Os Modelos Arquitetônicos são uma modelagem semântica em sistemas BIM e permitem filtrar, selecionar, decompor e manipular seus componentes para um estudo aprofundado dos edifícios da arquitetura precedente, como afirma Quattrini et al. (2015).

O uso de sistemas BIM para estudo de edifícios da arquitetura precedente teve boa aceitação pelos estudantes, conforme dados demonstrados na TABELA 6.17, mesmo com a complexidade na operação do software Autodesk Revit, a maioria respondeu que não considerou difícil navegar no Modelo Arquitetônico para compreender seus aspectos e responder o questionário. Os estudantes da geração digital não são, necessariamente, especialistas em tecnologia, mas a usa para ajudá-lo para suas necessidades, como afirmado por Veen e Vrakking (2009), e neste caso, nas atividades dos experimentos.

Na TABELA 6.15, em relação ao uso de Modelos Arquitetônicos para o estudo de edifícios da arquitetura precedente, a grande maioria dos estudantes entenderam que o MEE-MA permite mais autonomia nos estudos, alinhado com as habilidades da nova geração para dominar as informações e aprender por meio da investigação, são aprendizes ativos e críticos, conforme afirma Veen e Vrakking (2009).

Ainda na TABELA 6.15, os estudantes, em sua grande maioria responderam que o MEE-MA é adequado, permite a compreensão do edifício estudado e com maior profundidade e facilita aquisição de conhecimento. Esse resultado reforça a importância dada à análise de edifícios da arquitetura precedente pelo estudante, o que, segundo Kowaltowski et al. (2010), é um estímulo para a aquisição do repertório arquitetônico e sua aplicação nas disciplinas de projeto de arquitetura em novos projetos.

### 6.3 ESTATÍSTICA INFERENCIAL (INDUTIVA)

A estatística inferencial usa informações limitadas para testar hipótese a partir da probabilidade de uma amostra para generalizar os resultados para um grupo maior, ou público alvo, ao qual não temos acesso (ARY et al., 2010).

Para descrição estatística dos resultados dos experimentos é importante apresentar os testes de significância estatística (COHEN et al., 2018) juntamente com as medidas do tamanho de efeito (TDE).

### 6.3.1 Seleção da amostra

Para execução do experimento para esta pesquisa no contexto real, não foi possível adotar a escolha aleatória da amostra devido a restrições como natureza da pesquisa, limitação de tempo, de infraestrutura física (ateliês), do foco nas disciplinas de projeto de arquitetura, da necessidade de estudantes em mesmo nível de formação e da disponibilidade e interesse de estudantes e professores de outras instituições a participarem do experimento.

Diante da série de limitações para escolha da amostra, para viabilizar a pesquisa, foi adotado o procedimento de seleção da amostragem “não-probabilística”, onde nem todos os estudantes de arquitetura tiveram a chance de serem incluídos para participar dos experimentos e, dentre as técnicas de seleção, foi optada pela “amostra por conveniência”, para selecionar grupos de estudantes acessíveis. Consequentemente, como os participantes não foram selecionados por meio de critério estatístico, segundo Ary et al., (2010), as descobertas não podem ser generalizadas e exigem uma interpretação dos dados com cautela.

Para os experimentos desta pesquisa, foram selecionados estudantes de disciplinas de projeto de arquitetura do curso de arquitetura da UTFPR, por estarem acessíveis e disponíveis ao pesquisador e por este método proposto poder beneficiar e contribuir para o processo de ensino-aprendizagem nessa disciplina.

A divisão dos estudantes participantes da pesquisa em Grupo-controle e Grupo-experimental foi feita pela atribuição aleatória, que é diferente da amostragem aleatória (ARY et al., 2010). Este procedimento foi aplicado após a definição da amostragem por conveniência de participantes da pesquisa.

### 6.3.2 Teste de hipótese estatística

O teste de hipótese estatística é uma regra de decisão para aceitar ou rejeitar uma hipótese a partir de dados coletados nas amostras.

Os estudantes das disciplinas de Projeto Arquitetônico 3 e 5 de dois semestres participaram de experimentos divididos aleatoriamente em dois grupos: Grupo-controle e Grupo-experimental. A medição do desempenho do MEE-MA foi feita pelo Questionário 1 e Entrevistas do tipo Grupo Focal.

Supondo que as atividades nos dois grupos ocorreram de forma equivalente, a diferença no desempenho dos estudantes na compreensão de aspectos dos edifícios estudados poderia ser pelo uso de métodos distintos, ou pelo acaso. Embora os participantes fossem atribuídos aleatoriamente aos grupos, poderia ser possível que no Grupo-experimental tivessem estudantes com melhor domínio ou percepção para analisar os edifícios, mais motivados, mais influenciados pelo professor ou outra razão que os motivaram a compreender melhor os aspectos dos edifícios estudados do que os do Grupo-controle.

Para descobrir a causa dessa diferença, não é possível provar positivamente que o método adotado causou a diferença, mas é possível estimar a probabilidade de que apenas o acaso tenha sido o responsável pela diferença observada, para então determinar a explicação para validar o resultado desta estimativa (ARY et al., 2010).

A explicação do acaso é conhecida como hipótese nula ( $H_0$ ), uma afirmação de que não existe relação entre as variáveis e que qualquer relacionamento observado é apenas fruto do acaso (ARY et al., 2010). No experimento desta pesquisa, a hipótese nula seria que “não há relação entre o MEE-MA e maior percentual de acerto relativo aos aspectos dos edifícios estudados”. Outra forma de afirmar a hipótese nula é declarar que “os resultados obtidos pelo Grupo-controle são iguais às obtidas pelo Grupo-experimental”.

A interpretação das diferenças observadas entre os grupos foi pela explicação do acaso (hipótese nula) ou pela afirmação da existência do relacionamento entre as variáveis (hipótese da pesquisa experimental), de maneira isenta pelo pesquisador.

A hipótese nula pode ser mantida ou rejeitada. Ambas as decisões podem ser corretas ou erradas. Se a hipótese nula é verdadeira, deve ser mantida. A sua rejeição, chamada Erro do Tipo I ( $\alpha$ ), causa mudanças indesejáveis. Se a hipótese nula é falsa, deve ser rejeitada. A manutenção de uma hipótese nula falsa é chamada de erro Tipo II ( $\beta$ ), mantém o status quo, quando seria desejável uma mudança. (ARY et al., 2010). Portanto, as consequências de um erro do Tipo I são consideradas mais sérias do que as do Tipo II.



### 6.3.3 Distribuição normal dos dados

As variáveis devem ser testadas para verificar a natureza da sua distribuição em relação a uma curva normal, cujo resultado vai influenciar nos cálculos estatísticos. A distribuição de dados que formam uma curva normal permite aplicação da estatística paramétrica e caso não estejam em conformidade com a curva normal, exige o uso da estatística não paramétrica (COHEN et al., 2018).

Em pesquisas educacionais, que usam estatísticas para análise dos dados coletados, muitos cálculos estatísticos supõem que a população obedece a uma curva normal de distribuição e resultados obtidos de uma amostra poderiam ser generalizados para uma população mais ampla. No entanto, na realidade, raramente os dados são distribuídos de maneira simétrica, podendo ser distorcidos à esquerda ou direita, influenciando até mesmo nos cálculos estatísticos simples. Desta forma, devem ser verificadas se a distribuição dos dados obedece a uma curva normal (COHEN et al., 2018).

Segundo Cohen et al. (2018), se a amostra fosse maior que 30, o problema da violação da normalidade seria atenuado. No entanto, como nos experimentos executados nos semestres 2019-1 e 2019-2, o número de participantes a cada atividade foi inferior a 30, foi necessário fazer um teste para verificar a distribuição dos dados.

#### 6.3.3.1 Teste Shapiro-Wilks para verificação da distribuição dos dados

A verificação da distribuição dos dados coletados nesta pesquisa foi feita por meio do teste Shapiro-Wilks, adotado por ser confiável, com o apoio do software R.

Nos experimentos realizados, a hipótese nula ( $H_0$ ) deste teste é a de que “os dados não obedecem a curva de distribuição normal” e a hipótese alternativa ( $H_a$ ) é a de que “obedecem a uma curva normal de distribuição”. O teste rejeita a hipótese de normalidade quando o *p-value* é menor ou igual a 0,05. Se maior que 0,05, pode-se supor a existência de uma distribuição normal dos dados coletados da amostra desta população.

Na TABELA 6.18, valores em negrito indicam *p-value* menor ou igual a 0,05, portanto, nestes casos, optou-se por aceitar a hipótese nula formulada: “os dados não obedecem a curva de distribuição normal”, que exige a aplicação da estatística não

paramétrica. Nos demais casos, foi rejeitada a hipótese nula e aceita a hipótese alternativa: os dados “obedecem a uma curva normal de distribuição”, que permite a aplicação estatística paramétrica.

TABELA 6.18 - TESTE DA NORMALIDADE SHAPIRO-WILKS 2019-1+2019-2

Aspectos	Disciplinas   Atividades   Grupos							
	PA3				PA5			
	Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
	<i>p-value</i>							
Aspectos funcionais	0,22	<b>0,01</b>	0,13	<b>0,00</b>	0,09	<b>0,00</b>	0,27	0,06
Aspectos técnicos	0,86	0,12	0,127	0,41	0,34	0,07	0,31	0,31
Implantação	0,49	0,25	0,552	0,36	0,69	0,8	0,91	0,87
Aspectos compositivos	0,29	0,26	0,207	0,23	<b>0,03</b>	0,334	0,13	0,40

FONTE: O autor (2020)

### 6.3.4 Verificação da significância

Em estatística, o sentido da palavra “significância” se refere a “menos provável que seja em função do acaso do que uma probabilidade predeterminada”, sem necessariamente os resultados serem importantes ou relevantes (ARY et al., 2010).

O teste de significância estatística é usado para verificar se há diferença entre os resultados obtidos entre os grupos (MERTENS, 2010). Muito comum em pesquisa educacional mesmo, segundo Cohen et al. (2018), não sendo adequado basear-se apenas nele, devido às suas limitações. Nesta pesquisa, este teste foi aplicado para verificar os resultados dos experimentos aplicados no Grupo-experimental diferem dos do Grupo-controle.

Quando os dados obtidos pelo experimento indicam que a probabilidade de hipótese nula ser verdadeira é igual ou menor que a probabilidade aceitável, o pesquisador rejeita a hipótese nula e declara o resultado estatisticamente significativo. E se a probabilidade for maior que probabilidade aceitável predeterminada, os resultados são descritos como insignificantes, ou seja, que a hipótese nula é mantida.

Para tomar a decisão pela rejeição ou manutenção da hipótese nula, os níveis de significância ( $\alpha$ ) mais adotados em ciências comportamentais, segundo Ary et al.(2010), são 0,05 e 0,01. Para esta pesquisa, foi adotado  $\alpha=0,05$ , o mais comum em pesquisas estatísticas (COHEN et al., 2018), o que significa que a chance de uma descoberta ocorrer ao acaso é de 5%.

A verificação da significância estatística foi feita por meio do teste T não pareado para amostras independentes, quando dados são normais, e teste de Wilcoxon para dados não normais. Nestes testes, as médias dos resultados obtidos nos grupos foram comparadas para verificar se as diferenças são estatisticamente significativas ou se ocorreram por mero acaso.

Os testes têm como produto a medida de valor  $p$  ( $p$ -value). O intervalo de confiança adotado é de 95% ou  $\alpha=0,05$ . Se o  $p$ -value obtido no teste for maior que 0,05, essa diferença é insignificante, ou seja, pode ter ocorrido ao acaso e se menor ou igual a 0,05 é significativa.

Desta forma a hipótese nula formulada ( $H_o$ ) seria “a diferença entre os grupos é insignificante” e a hipótese alternativa ( $H_a$ ) “a diferença entre os grupos é significativa”.

Portanto, no teste de significância:

$$H_o = p\text{-value} > 0,05 = \text{insignificante}$$

$$H_a = p\text{-value} \leq 0,05 = \text{significante}$$

Ou seja, foi calculada a probabilidade da diferença encontrada entre as médias terem sido por acaso. Se o valor for menor que 5% ( $p < 0,05$ ), a hipótese de que as diferenças sejam por acaso é rejeitada, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada e alegamos que foi encontrada uma diferença significativa entre os grupos.

Para comparar dados coletados de duas amostras independentes, pode ser usado o teste T para dados paramétricos e, para dados não paramétricos, pode ser usado um método alternativo ao teste T, o Teste de Wilcoxon. Ambos servem para verificar se há diferença significativa de uma variável entre dois grupos.

#### 6.3.4.1 Resultados do Teste T e Wilcoxon

Os valores  $p$  de cada atividade e aspectos arquitetônicos nos testes T e Wilcoxon, conforme normalidade dos dados da TABELA 6.18, foram obtidos por meio do software R, usando os dados dos APÊNDICES XI a XIV e representados na TABELA 6.19.

TABELA 6.19 - TESTE DE SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA 2019-1+2019-2

Aspectos arquitetônicos	Disciplinas   Atividades			
	PA3		PA5	
	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 1	Atividade 2
	valores-p			
Aspectos funcionais	0,00	0,00	0,00	0,00
Aspectos técnicos	0,03	0,00	0,00	0,02
Implantação	0,01	0,02	0,00	<b>0,12</b>
Aspectos compositivos	0,00	0,05	0,00	<b>0,09</b>

FONTE: O autor (2020)

Segundo os testes, o valor-*p* superior a 0,05, observado nos Aspectos Compositivos e Implantação na Atividade 2 da disciplina PA5, indica que, estatisticamente, a diferença entre resultados obtidos no GC e GE são insignificantes. Porém, o valor-*p* superior a 0,05 não significa que o MEE-MA não tenha nenhum efeito sobre a compreensão de aspectos do edifício analisado pelo GE.

### 6.3.5 Tamanho de efeito (TDE)

Tamanho de efeito (TDE) é uma forma de representar a magnitude dos resultados dos experimentos. Normalmente é medido em unidades de desvio padrão, mas em estudos em que há Grupo-controle e Grupo-experimental, o TDE é calculado como uma percentagem do desvio padrão de medidas de resultado (*d* de Cohen), para facilitar a comparação de descobertas (MERTENS, 2010).

Os testes T e Wilcoxon permitem avaliar se os resultados obtidos nos experimentos nos Grupo-controle e Grupo-experimental são diferentes e significativos. No entanto, segundo Espirito Santo e Daniel (2018), para medir a magnitude dessa diferença entre os resultados obtidos nesses grupos ou importância dessas diferenças, independentemente do tamanho da amostra, além de apresentar o valor-*p*, é necessário também conhecer e apresentar o TDE.

Ao contrário da significância estatística, onde a hipótese nula é rejeitada ou não rejeitada, a interpretação do TDE é contínua. Ou seja, a hipótese nula pode até ser rejeitada, mas interpretar a magnitude do TDE é importante para conhecer o impacto da variável independente (ESPIRITO SANTO e DANIEL, 2018).

O QUADRO 6.5 contém descrição para a dimensão do TDE, entre 0,01 a 2,0 inicialmente sugerido por Cohen (1992) e depois expandido por Sawilowsky (2009), para avaliar o impacto da variável independente nos experimentos.

QUADRO 6.5 – MAGNITUDE DO TAMANHO DE EFEITO

Interpretação da magnitude do TDE	<i>d</i>	Referência
Muito pequeno	0,01	Sawilowsky (2009)
Pequeno	0,20	Cohen (1992)
Médio	0,50	Cohen (1992)
Grande	0,80	Cohen (1992)
Muito grande	1,20	Sawilowsky (2009)
Enorme	2,0	Sawilowsky (2009)

FONTE: O autor (2020)

A TABELA 6.20 apresenta os valores-*d* obtidos em cada aspecto e nas diferentes atividades e disciplinas. Estes valores foram obtidos usando o software R e dados dos APÊNDICES XIX a XXII.

TABELA 6.20 - TAMANHO DE EFEITO 2019-1+2019-2 DOS RESULTADOS DO GE SOBRE O GC

Aspectos	Disciplinas   Atividades			
	PA3		PA5	
	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 1	Atividade 2
	Valor- <i>d</i>			
Aspectos funcionais	0,67	1,00	1,28	0,77
Aspectos técnicos	1,51	1,22	2,38	0,78
Implantação	0,67	1,00	1,28	0,77
Aspectos compositivos	0,98	0,59	1,12	0,49

FONTE: O autor (2020)

O QUADRO 6.6 apresenta o impacto da variável independente sobre cada aspecto analisado nos edifícios nos experimentos. O único TDE considerado “pequeno” foi observado no estudo de Aspectos Compositivos na Atividade 2 na disciplina PA5. O impacto do MEE-MA é considerado pequeno no estudo de aspectos compositivos em edifícios existentes

QUADRO 6.6 - RELAÇÃO TDE X MAGNITUDE 2019-1+2019-2

Aspectos	Disciplinas   Atividades			
	PA3		PA5	
	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 1	Atividade 2
	Magnitude do TDE			
Aspectos funcionais	Médio	Grande	Muito grande	Médio
Aspectos técnicos	Muito grande	Muito grande	Enorme	Médio
Implantação	Médio	Grande	Muito grande	Médio
Aspectos compositivos	Grande	Médio	Grande	<b>Pequeno</b>

FONTE: O autor (2020)

#### 6.4 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS COM PROFESSORES

Após os experimentos, os três professores participantes do Grupo Experimental nos semestres 2018-2, 2019-1, 2019-2 responderam ao questionário, detalhado no Apêndice XXIII.

Analisando as respostas dos professores, foi possível concluir que o MEE-MA foi bem aceito para ser usado em suas aulas, não para substituir o método tradicional de análise de edifícios precedentes, mas como um complemento didático que ajuda o estudante a compreender os elementos do edifícios, principalmente os aspectos técnicos. Eles perceberam que os estudantes tiveram muito interesse com o método proposto e que passaram a sensação de que compreenderam melhor os aspectos técnicos, mesmo não tendo domínio da atividade de análise de precedentes, para explorar o Modelo Arquitetônico e analisar os aspectos do edifício. Também concordam que o MEE-MA pode apoiar professores e estudantes no estudo de precedentes arquitetônicos, principalmente quando ambos puderem construir os modelos. No entanto, algumas limitações foram apresentadas, como a necessidade de investir na infraestrutura de computadores e software, que são caros, necessários para o uso do MEE-MA. E quanto ao Modelo Arquitetônico, a falta de representação do entorno natural e percepção dos materiais empregados e informações como contextualização da obra e seu histórico.

Os dados obtidos por diferentes instrumentos de coletas, participantes e momentos, foram submetidos a uma triangulação para minimizar o viés<sup>20</sup> e consolidar as conclusões dos resultados obtidos.

De uma forma em geral, os estudantes participantes do grupo experimental tiveram boa aceitação do MEE-MA, principalmente quando tiveram a oportunidade de investigar os edifícios manipulando os Modelos Arquitetônico por conta própria, mesmo não estando confortáveis no uso dos sistemas BIM. Os resultados obtidos na medição da compreensão de aspectos do edifício foram diferentes dos obtidos pelos estudantes do grupo controle, conforme apresentado no Capítulo 6.

---

<sup>20</sup> A avaliação do artefato proposto deve passar por procedimentos que minimizem o viés nos resultados obtidos e aumentar a confiabilidade nos resultados da pesquisa Lacerda et al. (2013).

O mesmo ocorreu com os professores que participaram do grupo experimental, que tiveram boa aceitação, mesmo não tendo desenvoltura para explorar todo o potencial dos modelos e sistemas BIM nas aulas expositivas.

Portanto, o artefato MEE-MA, quando aplicado no contexto real, teve desempenho satisfatório ao propósito ao qual foi desenvolvido, validado pelos dados coletados de professores e estudantes e resultados que comprovam avanços em relação ao problema detectado.

## 6.5 APRESENTAÇÃO DAS CONCLUSÕES DOS EXPERIMENTOS

Com base nos dados obtidos nos experimentos com os estudantes, analisados e interpretados nos tópicos anteriores, foi executada uma análise qualitativa das informações por atividades, conforme ilustradas no QUADRO 6.7. O cruzamento das informações permite melhor compreensão do desempenho do MEE-MA na sua aplicação no ambiente real, suas limitações e virtudes e contribuições para os objetivos da pesquisa.




Para responder ao questionário, na parte relacionada aos aspectos arquitetônicos, os estudantes deveriam Lembrar, Entender e Analisar, segundo categorias da dimensão do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom, conforme descrito a seguir:

- a. Lembrar os elementos de cada aspecto serem analisados nos edifícios, a partir de conhecimento adquiridos em outras disciplinas, reconhecendo-os nos edifícios da arquitetura precedente estudados.
- b. Entender os aspectos e seus elementos nos edifícios estudados, interpretando seus princípios e características.
- c. Analisar os elementos dos edifícios estudados e suas inter-relações, diferenciando-as e atribuindo significados de importância.

QUADRO 6.7 - QUADRO SÍNTESE E CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Informações		2019-1								2019-2									
		PA3				PA5				PA3				PA5					
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2		Pré-teste	Atividade 1		Atividade 2		Pré-teste	Atividade 1		Atividade 2	
		Q	Fo	Q	Fo	Q	Fo	Q	Fo	Q	Q	Fo	Q	Fo	Q	Q	Fo	Q	Fo
Aspectos	F																		
	T																		
	I																		
	C																		
Ic		5		3		3		5		7	5		3		5	5		3	
Estudo		Q	M	Q	M	Q	M	Q	M	Q	Q	M	Q	M	Q	Q	M	Q	M
	Ma	100,0	87,50%	100,0	80,88%	93,75	89,06%	76,92	65,38%	81,82	100,0	81,25%	100,0	84,38%	66,67	88,89	94,44%	88,89	86,11%
	Ra	88,89		88,24		81,25		76,92		63,64	50,00		62,50		100,0	100,0		88,89	
	Ta	77,78		82,35		100,0		69,23		81,82	87,50		75,00		77,78	100,0		77,78	
	Me	83,33		52,94		81,25		38,46		100,00	87,50		100,0		88,89	88,89		88,89	

Q –Dados questionário | Fo -Dados Grupo Focal | F –Funcionais | T -Técnicos | I –Implantação | C -Compositivos | M -Média  
Ic- Complexidade | Ma- Material de apoio | Ra- Repertório para análise | Ta- Tempo para análise | Me- Método de estudo

 Não há diferenças entre GC e GE
  GE teve melhor desempenho
  GC teve melhor desempenho

FONTE: O autor (2020)

Foi estabelecida a análise das informações por atividades, devido às diferentes abordagens usadas para o estudo de edifícios precedentes e provavelmente de resultados diferentes. Como o objetivo é compreender o desempenho do MEE-MA, a análise das informações tem como ponto de partida os resultados do Grupo-experimental (GE).

#### 6.5.1 Análise dos resultados do GE da Atividade 1 na ótica do estudante

- a) A compreensão dos aspectos dos edifícios estudados pelo GE, medida pelo questionário aplicado, se comparados aos do GC, tem diferença estatística considerada significativa. A chance desta diferença ter ocorrido ao acaso é de até 5%.
- b) A compreensão pelos dos aspectos dos edifícios, segundo resultados da entrevista de grupo focal, em várias situações, não teve diferença matemática significativa entre os grupos. A compreensão destes aspectos variou conforme o edifício, disciplina e turma. Os principais termos citados



pelos estudantes deste grupo foram relacionados aos aspectos como Aspectos funcionais e técnicos, Implantação e Aspectos Compositivos.

- c) Os edifícios, mesmo com índice de complexidade alto (5), foram bem compreendidos pelo GE.
- d) O Material de Apoio usado para o estudo dos edifícios, foi considerado adequado pelo GE e, provavelmente, influenciou na compreensão dos aspectos dos edifícios.
- e) Os estudantes do GE, após a aula expositiva dos professores, estavam confiantes de que tinham repertório para analisar os aspectos dos edifícios.
- f) O tempo para estudo do edifício nas duas disciplinas, de ambos os semestres, foi considerado suficiente para compreensão dos aspectos dos edifícios.
- g) Para os estudantes do GE, o método de estudo do edifício foi adequado para a compreensão dos aspectos dos edifícios.

O MEE-MA, na Atividade 1, onde o professor utiliza Modelos Arquitetônicos na aula expositiva para estudo de um edifício precedente, teve desempenho satisfatório para os objetivos ao qual foi proposto, independente da disciplina ou complexidade do edifício. Os resultados das entrevistas de grupo focal com estudantes apenas reforçam elementos relacionados aos aspectos do edifício, lembrados e citados, não necessariamente totalmente compreendidos e nem todos de um mesmo edifício.

#### 6.5.2 Análise dos resultados do GE na Atividade 2 na ótica do estudante

- a) Foram observados que a compreensão dos aspectos dos edifícios estudados pelo GE, em relação aos do GC, tem diferença estatística significativa em ambas as disciplinas de 2019-2. Já nas disciplinas de 2019-1, os resultados dos questionários indicaram que parte dos aspectos compreendidos pelo GE tem diferença estatística significativa e outros

não. Esse resultado não quer dizer que, nos aspectos em que não houve diferença de compreensão nos aspectos dos edifícios entre o GE e GC, o MEE-MA não tenha atendido aos propósitos ao qual foi criado. Apenas que estatisticamente, as diferenças não foram significativas.

- b) A compreensão dos aspectos dos edifícios, segundo resultados da entrevista de grupo focal, a exemplo da Atividade 1, não teve diferença matemática significativa entre os grupos. A compreensão destes aspectos variou conforme o edifício, disciplina e turma. Os principais termos citados pelos estudantes deste grupo foram relacionados aos aspectos como os aspectos Funcionais e Técnicos, Implantação e Aspectos Compositivos.
- c) Os edifícios, mesmo com índice de complexidade alto (5), foram bem compreendidos pelo GE.
- d) O Material de Apoio usado para o estudo dos edifícios, foi considerado adequado pelo GE e, provavelmente, influenciou na compreensão dos aspectos dos edifícios.
- e) Os estudantes do GE, ao estudar os edifícios, estavam confiantes de que tinham repertório para analisar os aspectos dos edifícios.
- f) O tempo para estudo do edifício nas duas disciplinas, de ambos os semestres, foi considerado suficiente para compreensão dos aspectos dos edifícios.
- g) Para os estudantes do GE, o MEE-MA foi adequado para a compreensão dos aspectos dos edifícios, com exceção da disciplina PA5 de 2019-1. Talvez porque, neste caso, a análise dependia da apresentação dos edifícios pelos colegas.

Na Atividade 2, onde o estudante tinha autonomia para estudar o edifício precedente, o desempenho do MEE-MA foi satisfatório para os objetivos ao qual foi proposto, independente da disciplina ou complexidade do edifício. Os resultados das entrevistas de grupo focal apenas reforçam termos relacionados aos aspectos do edifício, lembrados e citados, mas que não necessariamente significam que foram totalmente compreendidos e nem todos de um mesmo edifício.

### 6.5.3 Análise do Pré-teste

Nos Pré-testes, onde o estudo de precedentes foi pelo Método Tradicional, pode se afirmar, segundo resultado do questionário, que não há diferenças estatísticas significativas entre os dois grupos. E que o material de apoio, repertório, tempo para estudo e método tradicional de estudo de edifícios foram adequados.

Comparando os resultados do Pré-teste e as atividades de 2019-2, pode-se concluir que os resultados obtidos pelo GE, que utilizaram o MEE-MA, foram superiores que os do GC. Ou seja, o MEE-MA atende satisfatoriamente aos propósitos para aos quais foi desenvolvido.

## 6.6 RESUMO DO CAPÍTULO

O MEE-MA ajudou os estudantes a terem melhor compreensão dos aspectos dos edifícios estudados. Em algumas situações não houve diferença em relação ao método tradicional de estudo de edifícios precedentes, mas no geral o desempenho foi satisfatório. Considerando que professores e estudantes não tinham domínio dos sistemas BIM, para explorar ao máximo os modelos arquitetônicos, pode-se afirmar que os resultados foram acima da expectativa. O espaço do ateliê é fundamental para discutir e medir o aprendizado dos estudantes em relação aos aspectos do edifício precedente. A melhor compreensão dos aspectos do edifício, significa maior aquisição de repertório arquitetônico, que pode ajudar em novos projetos.

## 7 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS DO TRABALHO

### 7.1 CONTEXTO

No Capítulo 6, os dados coletados nos experimentos com o MEE-MA foram analisados e interpretados, onde se concluiu que seu desempenho em situação real foi satisfatório. Neste capítulo, serão apresentadas as contribuições dos modelos de informação para a aquisição do repertório arquitetônico a partir do estudo de precedentes arquitetônicos em disciplinas de Projeto de Arquitetura.

Em investigação nas bases de dados por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, detalhado no APÊNDICE I, foram encontrados poucos artigos relacionados ao propósito desta pesquisa - contribuição de modelos da informação para a aquisição de repertório arquitetônico a partir do estudo de precedentes arquitetônicos.

Professores e estudantes de arquitetura (APÊNDICE II) entrevistados reconhecem a importância do estudo de precedentes na disciplina de projeto e que as atividades de análise são superficiais, sem uma compreensão aprofundada do edifício e das suas partes, para que possa apoiar novos projetos. Segundo os professores, na maioria das vezes, os estudantes ao analisarem edifícios precedentes, fazem uma mera descrição das suas características explícitas, sem profundidade e limitado à compressão do edifício a poucas informações disponíveis ou opiniões encontradas na literatura.

Também foi feito um levantamento com estudantes (APÊNDICE III) que frequentaram cursos de arquitetura no exterior por meio de programas de intercâmbio. Segundo os dados obtidos, o estudo de precedentes não é uma prática comum a todas as escolas, disciplinas ou professores.

Estas pesquisas exploratórias demonstraram que existe um campo a ser explorado no estudo de precedentes arquitetura. Da forma como os precedentes são estudados hoje, com poucas informações disponíveis, baseadas na heurística humana e vieses cognitivos, sem aprofundamento e sem uma dada importância, o conhecimento aplicado nos projetos destes edifícios, principalmente os implícitos, acabam sendo pouco absorvidos pelos estudantes para a formação de seu repertório arquitetônico.

Para atender aos objetivos propostos nesta pesquisa, foram desenvolvidos

dois artefatos: o Método para Estudo de Edifícios da arquitetura precedente por meio de Modelos Arquitetônicos (MEE-MA) e o Método para Modelagem Arquitetônica (MMIA), aplicados em experimentos em situação real, na sala de aula em disciplina de projeto.

## 7.2 ESTUDO DA ARQUITETURA PRECEDENTE

O estudo de precedentes arquitetônicos a partir de material disponibilizado em literaturas especializadas de arquitetura, normalmente baseados em suposições e subjetividade dos autores, pode conduzir o estudante a compreensões superficiais, equivocadas ou tendenciosas. O mesmo ocorre quando o estudo é limitado às aulas expositivas dos professores, restrito ao material didático utilizado e disponibilizado ou à sua vivência, cultura, visão e valores, que são diferentes das dos estudantes.

O desejado é o estudante analisar e compreender os significados da arquitetura precedente e relacionar as soluções análogas nos termos dos conceitos, princípios ou casos de forma autônoma, para a aquisição do conhecimento e, então, formar seu repertório arquitetônico para aplicar em novos projetos, que por sua vez irá consolidar a aquisição do seu conhecimento arquitetônico.

### 7.2.1 Análise dos edifícios da arquitetura precedente

Os aspectos adotados para análise da arquitetura precedente, nesta pesquisa, servem para que diferentes edifícios sejam avaliados sob a ótica destes aspectos. O nível de compreensão destes aspectos pelo estudante, após estudo de edifícios da arquitetura precedente utilizando o MEE-MA, segundo o QUADRO 6.7, é maior se comparado ao Método Tradicional, tanto em aulas expositivas dos professores, como nas análises pelo próprio estudante, de forma autônoma, do edifício precedente.

- a. Aspectos funcionais: os alunos que estudaram os edifícios precedentes usando o MEE-MA tiveram melhor compreensão do programa, circulações, relações e organizações espaciais, tanto nas aulas expositivas, como por investigação autônoma.

A visualização tridimensional do edifício permite melhor compreensão das relações e organizações espaciais no pavimento e entre pavimentos, de uma forma interativa, o que não é possível quando o estudo é baseado apenas em diagramas abstratos ou plantas dos pavimentos.

- b. Aspectos técnicos: a análise dos aspectos técnicos, relacionados à técnica construtiva, materiais, sistemas estruturais, durabilidade, controle ambiental, entre outros, por meio do MEE-MA permitiu que estudantes tivessem melhor compreensão.

Os modelos arquitetônicos, além de representarem a geometria tridimensional dos elementos do edifício, armazenam informações como dimensões, material, propriedades físicas e ainda permite acessar informações externas, armazenadas na nuvem, tais como especificações adicionais, imagens, entre outros.

No entanto, as características dos materiais e sua aparência são mais bem compreendidas em fotografias do que nos elementos modelados, pois a representação dos modelos é por meio de sombreado e não tem qualidade foto realística.

- c. Implantação: para a análise da implantação de um edifício, são considerados os condicionantes, formados pela relação do edifício com o contexto em que se insere, o terreno e as condições ambientais. Os estudantes que utilizaram o MEE-MA tem melhor compreensão dos condicionantes que influenciaram na implantação do edifício.

Os modelos arquitetônicos representam a topografia do terreno, os edifícios do entorno de forma abstrata e ruas e ainda reproduz a influência solar sobre o edifício.

Por mais que as fotografias permitam melhor compreensão dos edifícios do entorno, tanto em sua morfologia, como na sua materialidade, não permitem a interatividade dos modelos arquitetônicos para avaliar a relação com o edifício estudado.

- d. Aspectos compositivos: relacionados à estética do edifício como a tipologia arquitetônica, configurações da forma da planta e do corte, características dos

espaços, composição das fachadas, morfologia do edifício, partido, relações topológicas, entre outros. Os estudantes que utilizam o MEE-MA tem mais facilidade para compreensão deste aspecto, pela possibilidade de manipular a navegar pelo edifício, isolar e visualizar elementos de interesse para compreender, com maior nível de profundidade, como o edifício se compõe.

Diagramas e imagens, os dois elementos utilizados no Método Tradicional para estudo de edifícios permitem compreensão do edifício a partir do que foi explicitado por terceiros. No MEE-MA, além de ter acessos aos diagramas e fotografias, o estudante tem possibilidade de fazer novas descobertas, além do já explicitado.

O MEE-MA, com o apoio da Taxonomia de Bloom, que classifica os objetivos de aprendizagem de forma hierárquica e os relaciona aos tipos de conhecimento a serem desenvolvidos pelos estudantes, tornam o processo de estudo de edifícios da arquitetura precedente mais efetivo, a aprendizagem mais significativa e focada na construção do conhecimento e formação de repertório arquitetônico.

### 7.3 A CLASSE DE PROBLEMA “ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROJETO DE ARQUITETURA”.

Os artefatos construídos e avaliados por experimentos, em duas disciplinas de projeto de arquitetura no curso de Arquitetura e Urbanismo da UTFPR, comprovaram sua utilidade, aplicabilidade e contribuição para a Classe de Problema “Ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura”.

O emprego de Modelos Arquitetônicos, resultados do MMIA, para estudo de precedentes por meio do MEE-MA nas aulas e atividades em disciplinas de projeto de arquitetura, comprovaram que são meios que facilitam a compreensão de edifícios existentes e seus elementos.

Os artefatos propostos podem ser empregados em outras disciplinas de projeto de arquitetura em qualquer curso de Arquitetura e Urbanismo, tanto por professores como por estudantes, pois em todas há o momento da pesquisa de precedentes de arquitetura.

Portanto, pode-se afirmar que esta generalização permitirá que o conhecimento obtido nesta pesquisa seja aplicada em situações similares enfrentadas por outras disciplinas de projeto em cursos de arquitetura.

Segundo as pesquisas exploratórias e revisão da literatura efetuadas, o estudo de edifícios da arquitetura precedente tem margem a ser explorada no processo de ensino-aprendizagem nas escolas de arquitetura, promover a formação do seu repertório arquitetônico e facilitar a atividade de projeção de novos edifícios pelo estudante. Ao chegar neste nível mais complexo do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom, o estudante seria estimulado a desenvolver o conhecimento metacognitivo, conforme Anderson et al. (2001), e desenvolver diferentes hipóteses na projeção.

#### 7.4 RESUMO DO CAPÍTULO

Os experimentos serviram para avaliar o comportamento do MEE-MA no ambiente real, em sala de aula, envolvendo participação dos estudantes para avaliar o artefato e contribuição dos professores na sua aplicação no contexto real. O MEE-MA teve desempenho satisfatório para os propósitos da pesquisa e abre possibilidades para que seja aplicado em outras disciplinas do curso.

### 8 CONCLUSÕES

#### 8.1 CONTEXTO

Este trabalho teve como propósito analisar as contribuições dos modelos de informação para a aquisição de repertório arquitetônico a partir do estudo de precedentes arquitetônicos durante o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Projeto de Arquitetura.

#### 8.2 VALIDAÇÃO DA HIPÓTESE DA PESQUISA EXPERIMENTAL

No Capítulo 5, foi formulada a hipótese para a parte da pesquisa experimental: “O uso de um método para estudo de edifícios da arquitetura precedente, baseado em



modelos de informação e aplicado em disciplinas de projeto de arquitetura, possibilitam a aquisição de repertório arquitetônico”.

O MEE-MA foi aplicado em situação real em disciplinas de projeto de arquitetura, para que os estudantes analisassem os aspectos arquitetônicos de edifícios precedentes em estudo. Os resultados obtidos nos experimentos de MEE-MA, por meio de questionários e entrevistas, comprovaram que o estudante teve maior aquisição de repertório arquitetônico a partir dos edifícios estudados, cumprindo satisfatoriamente aos propósitos da pesquisa e comprovando a hipótese formulada do trabalho.

### 8.3 CONFIRMAÇÃO DOS OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral e que sintetiza a ideia central da tese, apresentado no Capítulo 1, era: “analisar as contribuições dos modelos de informação para a aquisição de repertório arquitetônico a partir do estudo de precedentes arquitetônicos durante o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Projeto de Arquitetura”.

Para delimitar a pesquisa, o objetivo geral foi desdobrado em três objetivos específicos para alcançar o objetivo geral da tese: o primeiro objetivo era: “a. Propor um método para estudo de edifícios da arquitetura precedente baseado em modelos de informação da arquitetura”. Esse objetivo foi alcançado no Capítulo 4, onde foram levantados e discutidos os métodos existentes para avaliar a arquitetura de um edifício. O segundo objetivo específico, “b. Propor um método para modelagem de informações da arquitetura de edifícios precedentes”, detalhado no Capítulo 4. E o terceiro objetivo, “c. Realizar experimentos controlados para validar o método para estudo de edifícios da arquitetura precedente proposto”, detalhado no Capítulo 5.

#### 8.3.1 Avaliação dos artefatos

Nesta pesquisa, foram construídos dois artefatos: o Método para Estudo de Edifícios da Arquitetura Precedente por Meio de Modelos Arquitetônicos (MEE-MA) e Método para Modelagem Arquitetônica (MMIA). O MMIA foi construído para apoiar, com uma série de rotinas e procedimentos a construção dos Modelos de Informações Arquitetônicas (MA) usados no MEE-MA.

Para validar o MEE-MA foi escolhido o método Experimento Controlado e que, devido às limitações da pesquisa, o objetivo foi a de obter um resultado satisfatório com o artefato. Segundo Lacerda et al. (2013), um resultado é satisfatório quando há a aceitação dos participantes envolvidos e os resultados comprovam que houve avanços em relação ao problema identificado, se comparados à situação anterior.

Em relação à aceitação dos participantes envolvidos, tanto estudantes, como professores participantes do experimento, os resultados foram positivos. Os professores usariam o MEE-MA nas suas disciplinas para estudo de precedentes de arquitetura, mas sem abandonar por completo o Método Tradicional. Apesar de algumas limitações impostas pelos Modelos Arquitetônicos ou de infraestrutura no Curso, acreditam que o artefato pode contribuir ao processo de estudo de precedentes arquitetônicos, por facilitar a compreensão de aspectos que Métodos Tradicionais não possibilitam e por estudantes se mostrarem mais interessados na atividade. Os estudantes foram bem receptivos quanto ao uso do MEE-MA, também aprovaram o artefato para o estudo de precedentes e responderam positivamente que o estudo de precedente a partir de Modelos Arquitetônicos ajuda na aquisição de repertório.

Os resultados obtidos nos experimentos comprovaram que, com o MEE-MA, houve avanços no estudo de edifícios da arquitetura precedente, com maior compreensão dos aspectos arquitetônicos, o que contribui para maior aquisição de repertório pelos estudantes, se comparados à situação anterior, pelo Método Tradicional de estudo de precedentes

A Taxonomia de Bloom permitiu o planejamento do estudo de edifícios da arquitetura precedente, de forma a efetivar a sua aprendizagem, estabelecer os objetivos do processo cognitivo e conhecimentos a serem adquiridos pelos estudantes.

Segundo Hevner et al. (2004), o método de avaliação, ou seja, a pesquisa experimental, deve confirmar a utilidade, qualidade e eficácia dos artefatos.

- a) Utilidade: os resultados obtidos no experimento foram considerados satisfatórios, pois o MEE-MA contribui para resolver o problema da compreensão do conhecimento que está implícito no edifício.

O MEE-MA permite o estudo de edifícios ao longo de todas as etapas de projeto de arquitetura, pois à medida em que os projetos são materializados,

O MEE-MA atende às necessidades de professores e estudantes, como mais uma tecnologia educacional no processo de ensino e aprendizagem de precedentes de arquitetura. Possibilita também que professores consigam, no modelo único de um edifício, acessar todas as informações relativas ao edifício apresentado em aula expositiva. Os estudantes, por outro lado, podem ter autonomia no estudo de precedentes, não se limitando apenas às informações explicitadas, mas também fazer novas descobertas navegando pelo modelo arquitetônico, caminhando para uma aprendizagem mais significativa, o que consequentemente, contribui para aumentar seu repertório arquitetônico.

b) Entre os atributos de qualidade, de acordo com Hevner; March; Park (2004), podem ser elencados usabilidade, desempenho, funcionalidade, adequado ao problema.

- Usabilidade: tendo Nível Introdutório de proficiência BIM, o estudante pode explorar facilmente o modelo arquitetônico para estudo do edifício precedente. Mesmo estudantes sem conhecimento do sistema BIM, poderá navegar pelo modelo com a instrução de alguns poucos comandos. Os professores também precisam de ter proficiência BIM no Nível introdutório para poder explorar o modelo em suas aulas expositivas para apresentar o edifício.
- Desempenho: o MEE-MA respondeu bem ao estudo de precedentes durante os experimentos, permitindo que professores ministrassem suas aulas expositivas e aos alunos estudarem os edifícios de forma autônoma, para a compreensão dos aspectos do edifício.
- Funcionalidade: o MEE-MA funcionou de forma satisfatória ao qual foi especificado durante os experimentos, tanto para os professores, como para os estudantes.
- Adequado ao problema: O MEE-MA, é adequado ao problema da aquisição de repertório arquitetônico pelo estudo de edifícios precedentes.

c) Eficácia: o experimento provou que o MEE-MA e MMIA alcançaram os resultados esperados de forma satisfatória.

## 8.4 RESULTADOS

As experiências apresentadas neste trabalho, demonstram que o uso de sistemas BIM e Modelos Arquitetônicos no ensino de edifícios da arquitetura precedente permite enriquecimento das aulas expositivas pelos professores, assim como, compreensão de aspectos da arquitetura com maior profundidade e sob diversas perspectivas e não apenas do que está explícito.

### 8.4.1 Método para criação do Modelo da Informação Arquitetônica (MMIA)

A criação de modelos da informação de edifícios da arquitetura precedente exigiu estudo aprofundado dos edifícios, onde nem sempre as informações estavam disponíveis. O ponto de partida foram as experiências de HBIM (*Historic Building Information Modeling*), mas foi necessária a criação de outras rotinas para desenvolver os modelos para a finalidade do estudo de edifícios. Como resultado, foi desenvolvido o método para modelagem de informações da arquitetura de edifícios precedentes (MMIA).

### 8.4.2 Resultados dos experimentos com Modelos Arquitetônicos (MA)

A inclusão de informações arquitetônicas e de construção no modelo geométrico de edifícios, por meio de sistemas de autoria BIM, possibilita ao estudante, professor e pesquisador, navegar e explorar o edifício de uma maneira inédita, impossível por meio de desenhos bidimensionais do projeto do edifício. Nem mesmo por meio de fotografias e vídeos. Nem a vivência no edifício permite ao observador compreender determinados aspectos do edifício, tais como a proporção e interrelação dos setores, proporção dos espaços, sistema construtivo, sistema estrutural.

Como resultados dos modelos de informação, observados durante os experimentos, além dos coletados por um instrumento de coleta de dados, podem ser citados:

- a) Permitem compreensão de edifícios no todo ou nas suas partes, de forma rápida e sob diferentes lentes.

- b) Possibilita manipulação de elementos e componentes do edifício, desconstruir os edifícios, isolar elementos, extrair informações, compreender a sua sintaxe.
- c) Possibilita navegar pelo edifício para analisar e compreender a sua espacialidade durante o percurso.
- d) Permite analisar a composição do edifício, para compreensão das formas, espaços e suas relações, recursos arquitetônicos utilizados pelo autor do projeto.
- e) Os estudantes podem estudar os edifícios por conta e ter maior autonomia no seu aprendizado.
- f) Professores podem preparar aulas mais dinâmicas e interativas do que no Método Tradicional.
- g) Outras disciplinas, como tecnologias da construção, estruturas, topografia, conforto ambiental, teoria e história da arquitetura também podem usar os mesmos modelos para suas aulas.

## 8.5 LIMITAÇÕES E DIFICULDADES

Para esse trabalho foram enfrentadas várias limitações e dificuldades, muito em função da necessidade de executar os experimentos em situação real nas disciplinas de projeto.

A aplicação dos experimentos se restringiu a duas ou três aulas por semestre, de acordo com o plano de aulas das disciplinas envolvidas, para não prejudicar o seu plano de aulas regular. Não foi possível desenvolver os experimentos em horários alternativos, para que houvesse mais tempo para fazer os experimentos, pois nem todos os estudantes e professores teriam disponibilidade para participar.

Estudantes e professores têm pouca ou nenhuma destreza com sistemas BIM utilizados para os experimentos, o que limitou a exploração do potencial dos modelos dos edifícios.

A modelagem dos quatro edifícios nos sistemas de autoria BIM exigiu muito tempo do pesquisador, pois nem sempre o material disponibilizado tinha toda a

informação necessária, exigindo muita pesquisa para levantar dados importantes para que o edifício modelado fosse o mais fiel possível ao existente. Foi feita tentativa de envolver quatro alunos para ajudar na modelagem, mas além de esbarrar na falta de domínio do sistema de autoria BIM Autodesk Revit, modelar um edifício em BIM exige experiência no aplicativo e principalmente o domínio de sistemas construtivos e estruturas, o que os estudantes de graduação não tem.

Os professores participantes não têm domínio dos sistemas BIM, portanto suas aulas dependeram do pesquisador para manipular o modelo durante explicação do edifícios aos estudantes.

Para a pesquisa experimental, a escolha dos participantes, foi adotado a técnica de seleção “amostra por conveniência”, para selecionar grupos de estudantes e professores acessíveis. Como os participantes não puderam ser selecionados por meio de critério estatístico, os resultados das descobertas não podem ser generalizados.

## 8.6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho propõe um método para estudo de edifícios da arquitetura precedente com uso de modelos de informação em disciplinas de projeto de arquitetura. A pesquisa dentro dessa temática pode ser aprofundada, não apenas em disciplinas de projeto de arquitetura, mas em outras do Curso e até mesmo nos cursos de Engenharia Civil. Em todas as disciplinas onde o modelo do edifício possa ser usado para analisar aspectos ou elementos.

Pesquisa de modelos generativos no ambiente BIM. Modelos generativos podem criar geometrias de espaços ou de volumes de partes do edifício a partir de modelos BIM. Rotinas permitem fazer diferentes arranjos destes volumes para criação de novos projetos, com simples alteração de parâmetros. Muito útil para fase de concepção de edifícios.

Pesquisas que envolvam o uso de modelos generativos no ambiente de sistemas BIM, para automatizar operações na modelagem de edifícios. Ajuda a criar modelos de informação para estudo de edifícios da arquitetura precedente.

Pesquisa que envolva a experiência da modelagem de edifícios como processo de aquisição de conhecimento e de maneira colaborativa. O processo de

modelagem exige investigação profunda sobre os edifícios e pode ser uma estratégia interessante de aprendizagem dos estudantes.

Pesquisa aprofundada sobre modelagem da informação da arquitetura, para serem incorporadas em modelos de edifícios em sistemas BIM. As informações de arquitetura são diferentes e tem finalidades diversas da informação da construção.

Pesquisa em ateliê que envolva investigações de edifícios da arquitetura precedente ou suas partes por meio de Modelos Arquitetônicos em conjunto com modelos físicos. O modelo físico permite a manipulação e visualização mais rápida que modelos digitais e maior percepção de dimensão e proporção, facilitando a compreensão dos elementos de um componente.

Pesquisa que envolva o uso da realidade virtual para estudo de edifícios modelados em BIM no ensino de projeto de arquitetura. A realidade virtual ou realidade mista permitem imersão do estudante no edifício e facilita a compreensão de todos os aspectos, principalmente da espacialidade, se comparado à tela do computador.

Pesquisa para a construção de um repositório aberto de Modelos Arquitetônicos produzidos a partir de sistemas de autoria BIM e disponibilizados nos formatos IFC e nativos. A produção dos Modelos Arquitetônicos e criação e manutenção do repositório pode ser colaborativa, envolvendo pesquisadores e estudantes de diferentes escolas de arquitetura.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS BECKER, S.; CUMMINS, M.; DAVIS, A.; et al. **NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2017.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL PROCESSO (ABDI). **Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília: ABDI, 2017.
- VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219–246, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2004.00430.x>>. .
- AKIN, Ö. Case-based instruction strategies in architecture “. **Design Studies**, v. 23, p. 407–431, 2002.
- AKSAMIJA, A.; IORDANOVA, I. Computational Environments with Multimodal Representations of Architectural Design Knowledge. **International Journal of Architectural Computing**, v. 8, n. 4, p. 439–460, 2011. Disponível em: <[https://www.perkinswill.com/files/03\\_Aksamijalordanova\\_FINAL.pdf](https://www.perkinswill.com/files/03_Aksamijalordanova_FINAL.pdf)>. .
- AL-ASSAF, N. S.; CLAYTON, M. J. Representing the aesthetics of Richard Meier’s houses using Building Information Modeling. Acadia. **Anais...** . p.62–71, 2017.
- AMARAL, C. S. O ensino do projeto nos cursos de arquitetura. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.101/104>>. .
- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R.; AIRASIAN, P. W.; et al. (ORGS.). **A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom’s Taxonomy of educational objectives**. New York: Longman, 2001.
- ANDRADE, M. L. V. X. de. Projeto performativo na prática arquitetônica recente: Estrutura Conceitual. 472 f. **Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, 2012
- ARAUJO, A. P. R. DE; RIBEIRO, E. M.; ESCOBAR, M. C. M. O planejamento do ensino de BIM na disciplina de Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo II do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRRJ. II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM. **Anais...** , 2019. Fortaleza.
- ARCIPRESTE, C. M. **A prática pedagógica do projeto de arquitetura : reflexões a partir dos processos de avaliação da aprendizagem**, 2002. UFMG.
- ARY, D.; JACOBS, L. C.; SORENSEN, C. K.; RAZAVIEH, A. **Introduction to research in education**. 8º ed. Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16636-1: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 1: Diretrizes e terminologia. , 2017a. Rio de Janeiro.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16636-2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2: Projeto arquitetônico. , 2017b. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (ASBEA). **Manual de contratação dos serviços de arquitetura e urbanismo**. São Paulo: Pini, 1992.

BARISON, M. B. Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo – uma contribuição para a formação do projetista. 387 f. **Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) - Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2015

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Ensino de BIM: tendências atuais no cenário internacional. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 6, p. 67–80, 2011. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/index.php/gestaodeprojetos/article/view/218>>. .

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Percepções de professores quanto à introdução do BIM no currículo. **VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção - Edificações, Infra-estrutura e Cidade: Do BIM ao CIM**, 2015.

BATISTELLO, P.; AFONSO, S.; PEREIRA, A. T. C. A criatividade no processo de projeto – análise de estudos de caso como base de conhecimento. Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo. **Anais...** . p.136–156, 2013. Goiânia.

BAY, J.-H. Architecture of place and cognitive biases. In: K. M. Zarzar; A. Guney (Orgs.); **Understanding meaningful environments**. 1º ed, p.23–36, 2008. Amsterdam: IOS Press.

BECERIK-GERBER, B.; GERBER, D. J.; KU, K. The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 16, n. 16, p. 411–432, 2011. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2011/24>>. .

BERGIN, M. S. History of BIM. Disponível em: <<http://www.architectureresearchlab.com/ar/2011/08/21/bim-history/>>. Acesso em: 21/3/2017.

BERGONSI, F. Recursos didático e aprendizagem estudantil no ensino superior. In: B. Debal (Org.); **Metodologias ativas no ensino superior: o protagonismo do aluno**, 2020. Porto Alegre: Penso.

BHATT, M.; SCHULTZ, C.; THOSAR, M. Computing narratives of cognitive user experience for building design analysis: KR for industry scale Computer-Aided Architecture Design. Fourteenth International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning. **Anais...** , 2014.

BIMFORUM. Level of Development Specification. **BIM Forum**, p. 195, 2017.

BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals**. Ann Arbor, Michigan: Edward Bros, 1956.

BOEYKENS, S.; QUINTERO, M. S.; NEUCKERMANS, H. Improving Architectural Design Analysis using 3D Modeling and Visualization techniques. **14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM 2008)**, , n. December 2016, p. 67–73, 2008. Disponível em: <<https://lirias.kuleuven.be/handle/123456789/202384>>. .

BRAGA, G. P.; SANTOS, A. P. DOS. Disciplina de modelagem BIM em um curso EAD de arquitetura. II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM. **Anais...** , 2019. Fortaleza.

BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R. R. **Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola**. São Paulo: Senac, 2007.

CANUTO, C. L.; SALGADO, M. DOS S. Modelagem da informação da construção na preservação da arquitetura moderna. ENTAC 2016: Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção. **Anais...** . p.4864–4875, 2016. São Paulo.

CASTELLS, E. **Traços e palavras sobre o processo projetual em arquitetura**. 1º ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2012.

CELANI, G.; CYPRIANO, D.; GODOI, G. DE; VAZ, C. E. A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura. **Conexão - Comunicação e Cultura**, v. 5, n. 10, p. 180–197, 2006.

CHECCUCCI, E. S. Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da expressão gráfica neste contexto. Salvador: **Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Universidade Federal da Bahia**, Salvador, 2014.

CLARK, R. H.; PAUSE, M. **Precedents in Architecture**. 2º ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1996.

CLARO, M. A.; JORDÃO, L. C. S. O ensino em projeto de arquitetura frente às inovações tecnológicas - um processo reflexivo. Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo. **Anais...** . p.117–127, 2014a. Camboriú: ABEA.

CLARO, M. A.; JORDÃO, L. C. S. O ensino em projeto de arquitetura frente às inovações tecnológicas – um processo reflexivo. Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo. **Anais...** . p.117–142, 2014b. Camboriú: ABEA.

CLEVENGER, C. M.; OZBEK, M. E.; GLICK, S.; PORTER, D. Integrating BIM into Construction Management Education. **EcoBuild Proceedings of the BIM-Related Academic Workshop**, 2010.

COELHO, L.; BRITO, J. N. **Fotogrametria digital**. 2º ed. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007.

COHEN, J. A Power Primer. **Psychological Bulletin**, v. 112, n. 1, p. 155–159, 1992.

COHEN, L.; MORRISON, L.; KEITH, M. AND. **Research methods in education**. 8º ed. New York: Routledge, 2018.

COMAS, C. E. D. Ideologia modernista e ensino de Projeto Arquitetônico: duas proposições em conflito. **Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação**. p.33–45, 1986a. São Paulo: Projeto.

COMAS, C. E. D. (ORG.). **Projeto arquitetônico disciplina em crise, disciplina em renovação**. São Paulo: Projeto, 1986b.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL (CAU). COLEGIADO PERMANENTE DAS ENTIDADES NACIONAIS DE ARQUITETURA E URBANISMO (CEAU). **Remuneração do Projeto Arquitetônico de Edificações**. Brasília, 2013.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL (CAU). COMISSÃO DE ENSINO E FORMAÇÃO (CEF). **Proposta de revisão das diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo - CEF-CAU/BR e CAU/UF**. Brasília, 2019.

COSTA, F. J. M. Do modelo geométrico ao modelo físico: O tridimensional na educação do Arquiteto e Urbanista. 182 f. **Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, 2013.

COSTA, H. A.; SOUZA, M. P. DE; FRANCO JÚNIOR, J. C.; FABRICIO, M. M. HBIM: Estudo exploratório por meio do registro do edifício E1. ENCONTRO BRASILEIRO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E PATRIMÔNIO CULTURAL. **Anais...** . p.106–113, 2019. São Carlos: IAU-USP.

COSWIG, M. T.; MACIEL, A. P.; KNOP, S.; MENDEZ, R. B. Experiências do uso do BIM em disciplinas de projeto: a percepção para o Atelier III na UCPEL. Encontro Nacional sobre o ensino de BIM. **Anais...** , 2018. Campinas.

CUPERSCHMID, A. R. M.; FABRICIO, M. M.; FRANCO JÚNIOR, J. C. HBIM Development of A Brazilian Modern Architecture Icon: Glass House by Lina Bo Bardi. **Heritage**, v. 2, n. 3, p. 1927–1940, 2019.

CZAJKOWSKI, J. Arquitetura brasileira: produção e crítica. In: C. E. D. Comas (Org.); **Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação**. p.9–13, 1986. São Paulo: Projeto.

DEBALD, B. Ensino superior e aprendizagem ativa: da reprodução à construção de conhecimentos. In: B. Debald (Org.); **Metodologias ativas no ensino superior: o protagonismo do aluno**, 2020. Porto Alegre: Penso.

DEDE, C. Theoretical perspectives influencing the use of information technology in teaching and learning. **International handbook of information technology in primary and secondary education**, , n. 1, p. 43–62, 2008. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/K146X4155U14240L.pdf>>. .

DEL RIO, V. **Arquitetura: Pesquisa & Projeto**. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU/UFRJ e Proeditores, 1998a.

DEL RIO, V. Projeto de arquitetura: entre criatividade e método. In: V. del Rio (Org.); **Arquitetura: pesquisa & projeto**. ProEditore ed., p.201–214, 1998b. São Paulo.

DELATORRE, V. Potencialidades e limites do BIM no ensino de Arquitetura: uma proposta de implementação. 293 f. **Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2014.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook 2nd edition: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2º ed. New Jersey: Wiley, 2011.

EILOUTI, B. H. Design knowledge recycling using precedent-based analysis and synthesis models. **Design Studies**, v. 30, n. 4, p. 340–368, 2009. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2009.03.001>>. .

EILOUTI, B. H. Sinan and Palladio: A comparative morphological analysis of two sacred precedents. **Frontiers of Architectural Research**, v. 6, n. 2, p. 231–247, 2017. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2017.03.003>>. .

ESPIRITO SANTO, H. M. A.; DANIEL, F. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (3): Guia para reportar os tamanhos do efeito para análises de regressão e ANOVAs. **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**, v. 4, n. 1, p. 43, 2018.

FANG, N. **A Knowledge-based Computational Approach to Architectural Precedent Analysis**, 1993. Technische Universiteit Delft.

FENVES, S. J.; RIVARD, H.; GOMEZ, N. SEED-Config: A tool for conceptual structural design in a collaborative building design environment. **Artificial Intelligence in Engineering**, v. 14, n. 3, p. 233–247, 2000.

FOQUÉ, R. Building Knowledge by Design. IV Jornadas Internacionales sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo. **Anais...** . p.1–6, 2011. Valencia.

GARCIA, J. R. **Construir como projeto: uma introdução à materialidade arquitetônica**. Porto Alegre: Masquatro Editora Ltda e Nobuko S.A., 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GUNEY, A. Architectural precedent analysis. In: K. M. Zarzar; A. Guney (Orgs.); **Understanding meaningful environments**. p.91–114, 2008. Amsterdam: IOS.

HAMZA, N.; HORNE, M. Educating the designer: An operational model for visualizing low-energy architecture. **Building and Environment**, v. 42, n. 11, p. 3841–3847, 2007.

HEIDTMANN, D. E. D.; DA SILVA, G. L.; GONZAGA, V. N. O uso de tecnologias para a documentação do patrimônio edificado: geoprocessamento e fotogrametria. Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. **Anais...** . p.11732–11745, 2018. Salvador: UFBA.

HERSHBERGER, R. G. **Architectural programming and predesign manager**. New York: McGraw-Hill, 1999.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J. Design Science in Information Systems Research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2017217>>. .

IBRAHIM, N. L. N.; UTABERTA, N. Learning in Architecture Design Studio. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 60, n. Figure 1, p. 30–35, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812037974>>. .

INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL. **Anotações sobre o projeto em Arquitetura**. Rio de Janeiro, 2013.

ITO, A. L. Y.; SCHEER, S. Estudo de projetos da arquitetura a partir de modelos BIM. Encontro Nacional sobre o ensino de BIM. **Anais...** , 2018. Campinas: UNICAMP.

ITO, A. L. Y.; SCHEER, S. Experiência no uso de Modelos BIM no processo de ensino- aprendizagem de Projeto de Arquitetura no curso de Arquitetura e Urbanismo da. II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM. **Anais...** , 2019. Fortaleza.

KENSEK, K. M.; NOBLE, D. **BIM in current and future practices**. New Jersey: Wiley, 2014.

KHODEIR, L. M.; ALY, D.; TAREK, S. Integrating HBIM (Heritage Building Information Modeling) Tools in the Application of Sustainable Retrofitting of Heritage Buildings in Egypt. **Procedia Environmental Sciences**, v. 34, p. 258–270, 2016.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; BIANCHI, G.; DE PAIVA, V. T. Methods that may stimulate creativity and their use in architectural design education. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 20, n. 4, p. 453–476, 2010.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; PINA, S. A. M. G.; GOUVEIA, A. P. S.; et al. Ensino do projeto arquitetônico: a teoria traduzida em exercícios no processo criativo. **Revista Escola de Minas**, v. 54, n. 1, p. 1–8, 2001.

KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's Taxonomy: an overview. **Theory Into Practice**, v. 41, n. 4, p. 212–218, 2002.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design Science Research : método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

LEAL, B. M. F. Propostas para o ensino dos conteúdos de arquitetura e urbanismo através de ferramentas digitais. 183 f. **Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade**

Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

LEITE, L. S. Modelo de adaptação de precedentes em protótipos digitais para aprendizagem do processo de projeto de arquitetura. 410 f. **Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2017.

LIMA, A. G. G.; VIEIRA, J. L. Introdução: posicionando historicamente o redesenho como instrumento de construção de conhecimento em arquitetura. In: C. C. Cabral; C. E. Comas (Orgs.); IV ENANPARQ - Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. **Anais...** . p.1–22, 2016. Porto Alegre: PROPARG / UFRGS.

LIMA, M. M. X. Metamodelo para integração de multidesempenhos em projeto de arquitetura. 348 f. **Tese (Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, 2016.

LING, H. H. Study on digital architecture design methods. Seventh International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation. **Anais...** . p.1047–1050, 2015. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7263751/>>.

LITTLE, D. Learning as dialogue: the dependence of learner autonomy on teacher autonomy. **System**, v. 23, n. 2, p. 175–181, 1995.

MAHFUZ, E. DA C. Os conceitos de polifuncionalidade, autonomia e contextualismo e suas consequências para o ensino de Projeto Arquitetônico. In: C. E. D. Comas (Org.); **Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação**. p.47–68, 1986. São Paulo: Projeto.

MAHFUZ, E. DA C. Reflexões sobre a construção da forma pertinente. **Arquitextos**, , n. 045.02, 2004. Disponível em: <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.045/606>>.

MAHFUZ, E. DA C. O ateliê de projeto como mini-escola. **Arquitextos**, , n. 115.00, p. 1–7, dez. 2009. São Paulo: Vitruvius. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.115/1>>.

MAHFUZ, E. DA C. Banalidade ou correção: dois modos de ensinar arquitetura e suas consequências. **Arquitextos**, , n. 159.05, p. 1–13, ago. 2013. São Paulo: Vitruvius. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.159/4857>>.

MANDHAR, MANISH; MANDHAR, MEENAKSHI. BIMing the Architectural curricula – integrating Building Information Modelling (BIM) in Architectural Education. **International Journal of Architecture**, v. 1, n. 1, p. 1–20, 2013.

MANSON, N. J. Is operations research really research ? **Orion**, v. 22, n. 2, p. 155–180, 2006.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5º ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINEZ, A. C. Crise e renovação no ensino do projeto em arquitetura. In: C. E. D. Comas (Org.); **Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação**. p.85–94, 1986. São Paulo: Projeto.

MEDEIROS, S. C. S. de. Integração de projetos no ensino através de BIM: uma abordagem dos cursos de Arquitetura e Urbanismo da UFRN e da UFPB. 128 f. **Dissertação (Mestrado de Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, 2015

MENEZES, A. M. DE. Percepção, memória e criatividade em arquitetura. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 14, n. 15, p. 15–48, 2007.

MERTENS, D. M. **Research and evaluation in education and psychology : integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods**. 3º ed. Thousand Oaks: SAGE Publications Ltd., 2010.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC) - CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CNE/CES). Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010. , 2010. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC) - CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CNE) - CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR (CES). Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010. , 2010. Brasília: DOU de 18/06/2010.

MORDUE, S.; SWADLE, P.; PHILP, D. **Building Information Modeling For Dummies**. Chichester, West Sussex: Wiley, 2016.

MURPHY, M.; MCGOVERN, E.; PAVIA, S. Historic building information modelling (HBIM). **Structural Survey**, v. 27, n. 4, p. 311–327, 2009.

NAZIDIZAJI, S.; TOMÉ, A.; REGATEIRO, F. Does the smartest designer design better? Effect of intelligence quotient on students' design skills in architectural design studio. **Frontiers of Architectural Research**, v. 4, n. 4, p. 1–12, 2015. Elsevier. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/foar%5Cnwww.sciencedirect.com](http://www.elsevier.com/locate/foar%5Cnwww.sciencedirect.com)>. .

NIBS. **National BIM Guide for Owners**. Washington: National Institute of Building Sciences, 2017.

OLIVEIRA, M. R. DE; FABRICIO, M. M. Ensino de projeto de Arquitetura aliado às tecnologias de modelagem. **Cadernos PROARQ 17 UFRJ**, , n. January 2011, p. 113–125, 2011.

OLIVEIRA, R. DE C. A formação de repertório para o projeto arquitetônico: algumas implicações didáticas. In: C. E. D. Comas (Org.); **Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação**. p.69–84, 1986. São Paulo: Projeto.

OLIVEIRA, R. DE C. Os usos do precedente : A construção do repertório

arquitetônico no ambiente pedagógico do atelier de projetos. **InSitu–Revista Científica do Programa de Mestrado Profissional em Projeto, Produção e Gestão do Espaço Urbano**, v. 1, n. 2, p. 41–54, 2015.

ORENI, D.; BRUMANA, R.; GEORGOPOULOS, A.; CUCA, B. HBIM for Conservation and Management of Built Heritage : Towards a Library of Vaults and Wooden Beam Floors. **ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. II-5/W1, n. September, p. 215–221, 2013.

PAUWELS, P.; VERSTRAETEN, R.; MEYER, R. DE; CAMPENHOUT, J. VAN. Architectural Information Modelling for virtual heritage application. In: M. Ioannides (Org.); Digital Heritage – Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia. **Anais...** . p.18–23, 2008. Limassol, Cyprus: Archaeolingua. Disponível em: <<https://biblio.ugent.be/publication/482358>>. .

PÉREZ, A. G.; PONS, J. D. P. Factores que dificultan la integración de las TIC en las aulas. **Revista de Investigación Educativa**, v. 33, n. 2, p. 401–417, 2015. Disponível em: <<http://revistas.um.es/rie/article/view/198161>>. .

PIAIA, L. P.; AVILA, P. O ensino de BIM no curso de arquitetura e urbanismo da UNOCHAPECÓ: um relato sobre as disciplinas de Desenho Arquitetônico I e II. II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM. **Anais...** , 2019. Fortaleza.

PIÑON, H. **Teoria do projeto**. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2006.

PLOWRIGHT, P. D. **Revealing architectural design: methods, frameworks and tools**. 1º ed. Oxon: Routledge, 2014.

PRADO, M. O.; TAGLIARI, A. Análise dos projetos residenciais do arquiteto Sylvio E. de Podestá. Ideários, projeto e prática. V Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. **Anais...** . p.388–403, 2018. Salvador: FAUFB.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants. **On the Horizon**, v. 9, n. 5, p. 1–15, 2001. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/10748120110424816>>. .

PRESSMAN, A. **Architectural design portable handbook**. New York: McGraw-Hill, 2001.

QUATTRINI, R.; MALINVERNI, E. S.; CLINI, P.; NESPECA, R.; ORLIETTI, E. From TLS to HBIM. High quality semantically-aware 3D modeling of complex architecture. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XL, n. 5W4, p. 367–374, 2015.

RAMOS, F. G. V.; MATTOS, P. D. V. F. B.; SOUZA, S. L. S. Redesenho e maquetas no processo didático do ensino da arquitetura. **Educação Gráfica**, v. 20, n. 3, p. 64–78, 2016.

RECH, R. As Casas De Madeira De Antônio Prado. Iv Enanparq. **Anais...** . p.1–17,



2016. Porto Alegre: PROPAR / UFRGS.

RIBEIRO, S. A.; SIMONINI, Y. O HBIM como caminho para o ensino-aprendizagem na Arquitetura. II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM. **Anais...** . p.1, 2019. Fortaleza.

ROMCY, N. M. E. S. Abordagem paramétrica e ensino de projeto: Proposição de diretrizes metodológicas, considerando estratégias curriculares e o atelier de projeto. 316 f. **Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, 2017

ROZESTRATEN, A. S. Modelagem manual como instrumento de projeto. **Arquitextos**, , n. 049.04, p. 1–8, jun. 2004. São Paulo: Vitruvius. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.049/576>>. Acesso em: 15/10/2016.

SAGLAM, H. Supporting architectural design competences via theoretical courses. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 51, p. 427–432, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.184>>. .

SALAMA, A. M. Knowledge and Design: People-Environment Research for Responsive Pedagogy and Practice. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 49, p. 8–27, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.07.002>>. .

SAMPAIO, A. Z. Teaching Building Information Modelling in an Architectural School. ASA 2014 - 48th International Conference of the Architectural Science Association (ANZAScA). **Anais...** . p.421–432, 2014. Genova.

SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. **Research Methods for Business Students**. 2007.

SAWILOWSKY, S. S. Very large and huge effect sizes. **Journal of Modern Applied Statistical Methods**, v. 8, n. 2, p. 597–599, 2009.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SCHULTZ, C. C. **Avaliação dos aspectos subjetivos nos projetos de arquitetura dos alunos de planejamento**, 1983. Fundação Getúlio Vargas.

SCHULZ, V. M.; PONZIO, A. P. Contribuições da tecnologia bim para o ensino de projeto arquitetônico. II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM. **Anais...** , 2019. Fortaleza.

SEGALL, M. L. Modelagem tridimensional real e ensino de arquitetura. Ferramenta de projeto e construção de repertório. **Arquitextos**, , n. 091.07, p. 1–11, dez. 2007. São Paulo: Vitruvius. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.091/186>>. .

SENBEL, M.; GIRLING, C.; WHITE, J. T.; KELLETT, R.; CHAN, P. F. Precedents reconceived: Urban design learning catalysed through data rich 3-D digital models.

**Design Studies**, v. 34, n. 1, p. 74–92, 2013. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2012.08.001>>. .

SILVA, E. Sobre a renovação do conceito de projeto arquitetônico e sua didática. In: C. E. D. Comas (Org.); **Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação**. p.15–31, 1986. São Paulo: Projeto.

SILVA, E. **Uma introdução ao projeto arquitetônico**. 2º ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1998.

SILVA, G. R.; VIZIOLI, S. H. T. Documentação patrimonial na era digital: Escola Estadual Dr. Álvaro Guião, São Carlos. In: A. M. G. Souza; R. E. Baeta; N. V. de A. Junior (Orgs.); V ENANPARQ - V Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. **Anais...** . p.11641–11663, 2018. Salvador: EDUFAB.

SIMON, H. A. **The sciences of the artificial**. 3º ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

SIQUEIRA, L. S. R. **Aplicação das metodologias Building Information Modeling (BIM) e aprendizagem baseada em problemas (ABP) no curso de graduação em Engenharia Civil / UFES: diagnóstico e recomendações**, 2017. Universidade Federal do Espírito Santo.

SOARES, M.; ALBUQUERQUE, N. A experiência da aplicação do BIM na disciplina Projeto Auxiliado por Computador (PAC) da Unifor. II ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM. **Anais...** , 2019. Fortaleza.

SOTELINO, E.; TRAVASSOS, C. S. Projetos integrados em Arquitetura, Engenharia e Construção. Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM. **Anais...** . p.1, 2018. Campinas.

STAUT, S.; ILHA, M. Projeto de sistemas hidráulico e sanitários: a percepção dos alunos. Encontro Nacional sobre o ensino de BIM. **Anais...** , 2018. Campinas.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, 2009. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580508001568>>. Acesso em: 28/2/2013.

SUCCAR, B. BIM ThinkSpace. , p. 1–25, 2011.

SUCCAR, B. BIM = MIB. Disponível em: <<http://www.bimframework.info/2013/12/bim-mib.html>>. Acesso em: 1/5/2017.

SUCCAR, B.; SHER, W.; ARANDA-MENA, G.; WILLIAMS, T.; EASTMAN, C. M. A proposed framework to investigate Building Information Modelling through knowledge elicitation and visual models. **Australasian Universities Building Education (AUBEA2007)**, , n. July 2007, 2007.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120–142, 2012.

UNESCO/UIA. Carta UNESCO/ UIA para a formação em arquitetura. , 2011. Tóquio: Conselho Internacional dos Arquitectos de Língua Portuguesa. Disponível em: <<http://www.cialp.org/documentos/1439567302V4pFQ3qn3Jd55EK0.pdf>>. .

UTABERTA, N.; HASSANPOUR, B. Aligning assessment with learning outcomes. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 60, p. 228–235, 2012a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.372>>. .

UTABERTA, N.; HASSANPOUR, B. Reconstructing a Framework for Criteria-based Assessment and Grading in Architecture Design Studio. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 60, p. 142–149, 2012b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.360>>. .

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, B. Design Science Research in Information Systems Overview of Design Science Research. **Ais**, p. 45, 2004. Disponível em: <<http://www.desrist.org/design-research-in-information-systems/>>. .

DE VASCONSELOS, T. B.; SPERLING, D. From representational to parametric and algorithmic interactions: A panorama of digital architectural design teaching in latin America. **International Journal of Architectural Computing**, v. 15, n. 3, p. 215–229, 2017.

VÁZQUEZ, S. M.; BIGGIO, M. N.; GARCÍA, S. M. Relationship between academic performance, spatial competence, learning styles and attrition. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 15, n. 1, p. 29–44, 2013.

VEEN, W.; VRAKING, B. **Homo Zappiens : educando na era digital**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VENABLE, J. R. The Role of Theory and Theorising in Design Science Research. **Proceedings of the 1st International Conference on Design Science in Information Systems and Technology (DESIST 2006)**, p. 1–18, 2006.

WEBB, N.; BROWN, A. Digital re-analysis of lost architecture and the particular case of Lutyens' Liverpool Metropolitan Cathedral. **Frontiers of Architectural Research**, v. 5, n. 2, p. 265–275, 2016. Elsevier. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2016.01.004>>. .

WEYGANT, R. S. **BIM Content Development: Standards, Strategies, and Best Practices**. New Jersey: Wiley, 2011.

WU, Y. W.; WENG, K. H. Using an analogical thinking model as an instructional tool to improve student cognitive ability in architecture design learning process. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 23, n. 4, p. 1017–1035, 2013.

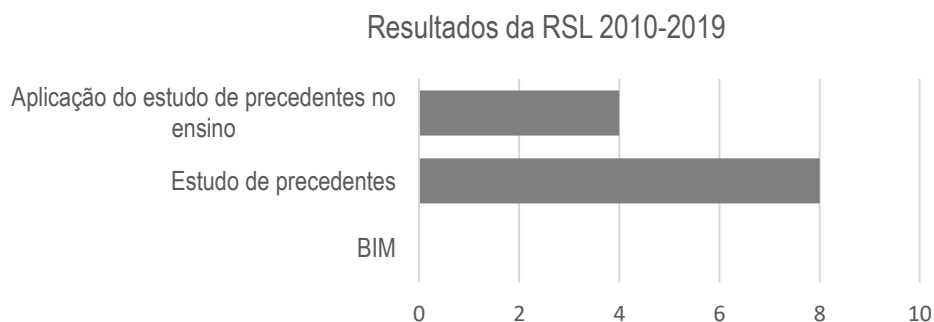
WU, Z. The application of SketchUp in Architectural Design teaching in higher vocational education. **Internatcion Core Journal of Engineering**, v. 2, n. 12, p. 148–151, 2016.

YAVUZ, A. Ö.; YILDRIM, M. T. Study on defining utilization steps of tradiational and digital tools in architectural design education. **Procedia - Social and Behavioral**

**Sciences**, v. 51, p. 239–243, 2012. Elsevier B.V. Disponível em:  
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.152>>. .

ZARZAR, K. M. Understanding meaningful environments. In: K. M. Zarzar; A. Guney (Orgs.); **Understanding meaningful environments**. 1º ed, p.1–6, 2008. Amsterdam: IOS Press.





No levantamento executado nas bases de dados entre os anos de 2010 e 2019, foram detectados 161 artigos com os termos de busca determinados. Destes, apenas 10 (6,2%) artigos estavam relacionados aos objetivos desta pesquisa. Dentre os artigos selecionados, oito tinham como propósito o estudo de edifícios precedentes de arquitetura e apenas quatro mencionavam a aplicação do estudo de precedentes no ensino de projeto de arquitetura. Nestes artigos, nenhum incluía BIM nos seus processos, seja no estudo de precedentes ou na sua aplicação no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura.

Desta forma, pode se concluir que, a partir dos resultados desta RSL, há uma lacuna a ser preenchida na temática estudo de precedentes de arquitetura, enquanto as discussões sobre o ensino de projeto de arquitetura são recorrentes e num momento onde BIM está consolidado no mercado de AEC.

## **APÊNDICE II – PESQUISA EXPLORATÓRIA - RESULTADOS ENTREVISTAS COM ESTUDANTES E PROFESSORES**

### **1. ESTUDANTES (10 estudantes)**

#### **a. Questão sobre a disciplina de projeto**

Os estudantes gostariam que fossem ensinados como buscar referências arquitetônicas e ter liberdade para escolher referências para estudo e não apenas as indicadas pelos professor.

#### **b. Questão sobre precedentes de arquitetura**

Os estudantes acham importante aulas sobre referências arquitetônica e que é preciso influenciar a pesquisa para que seja útil ao novo projeto. Muitos deles pesquisam referências por conta própria, mas sem critério ou orientação do professor, o que não ajuda no projeto. O uso de Pinterest para pesquisar referências é muito comum entre os estudantes. E alguns acham que visitar obras é mais enriquecedor.

Abaixo algumas declarações:

“Obrigatoriedade da pesquisa de referência a fundo no início do semestre e não ao longo do semestre.”

“Achim essencial o estudo de precedentes para aprendizagem. Tudo é referência.”

“Não deveria ter uma fase para apresentação de referência, mas que sempre tivesse a liberdade de pesquisar referências a cada momento, a cada necessidade, a cada dificuldade no seu projeto. Sem pesquisar a fundo todo o projeto.”

#### **c. Questão sobre uso de BIM na disciplina de projeto de arquitetura**

Os estudante se queixam que alguns professores não querem que usem o computador para desenvolvimento do projeto. Quando estão na etapa de preparação para apresentação, onde o trabalho é braçal, o computador ajuda bastante, mas concordam que no início, na fase da concepção o desenho à mão é importante, para dominar a técnica. O curso não ensina a usar as ferramentas BIM e os estudantes que as dominam, aprenderam fora da universidade, em cursos, ou no estágio.

Alguns estudantes afirmaram que quando o professor exige desenho à mão para entrega do projeto, muitos desenharam no CAD, imprimem e refazem o desenho à mão sobre a impressão e que por isso os professores deveriam deixar livre.

Todos defendem o uso do computador para desenvolvimento do projeto, seja CAD, BIM, ferramentas de modelagem 3D e ferramentas de pós-produção.

## 2. PROFESSORES UTFPR (5 professores)

### a. Questão sobre a disciplina de projeto

O estudante da nova geração tem processo criativo diferente da dos professores, tem pensamento tridimensional, estabelecendo a forma sem estabelecer uma solução do todo. Professores admitem que falta maior compreensão do processo criativo dos estudantes.

Para a concepção do projeto, há uma preocupação em como aumentar o repertório dos estudantes. Devia ser ensinado regras compositivas a partir das referências, alinhamento da estrutura, controle ambiental etc.

### b. Questão sobre precedentes de arquitetura

Análise de referências pelos estudantes é superficial, mera descrição das fotos, deveria haver um pensamento crítico das referências.

Entendem que a partir de estudos de arquitetura precedente de obras paradigmáticas, de aulas teóricas sobre o tema e depois alguns estudos de caso guiados com alguns pontos a serem observados, como: implantação, pavimentos, densidade, área, população atendida, conforto ambiental, decisões tomadas a partir das condicionantes do terreno, a análise será mais profunda e útil para formação do repertório do estudante.

### c. Questão sobre uso de BIM na disciplina de projeto de arquitetura

Desenhos 2D não representam a construtibilidade e os detalhes construtivos dos modelos BIM que precisam ter entendimento técnico-construtivo, mas que talvez atrapalhe a concepção. São desafios que instigam o professor.

Alguns professores defendem o desenho 2D e o desenho à mão e criticam o pensamento tridimensional, pois entendem o desenho bidimensional como uma sofisticação do tridimensional.

Enquanto um dos professores tem resistência o uso de BIM na disciplina de projeto de arquitetura, pois o programa exige decisão projetual ainda prematura, nas etapas iniciais, o que engessa e dificulta mudar o projeto, que em outro meio é mais rápido. Os alunos acham que o BIM vai resolver tudo e fazer com que tudo funcione, na estrutura e no conforto.

Outro professor não consegue enxergar como BIM pode ajudar no processo de ensino-aprendizagem de projeto, deixando de lado a criatividade.



Mas todos são favoráveis que a ferramenta BIM possa ser ensinada aos estudantes, para que usem para representação final do projeto, após todas as decisões projetuais terem sido tomadas em etapas preliminares de projeto.

### 3. PROFESSORES UP (6 professores)

#### a. Questão sobre a disciplina de projeto

Os professores sempre estão experimentando diferentes métodos para aprimorar o aprendizado na disciplina como metodologias ativas, atividades lúdicas para incentivar, gamificação e estímulos para a Criatividade e motivação dos estudantes de criar ideias e não copiar ideias.

Adotam a apresentação do projeto no painel para os professores e/ou para o grupo, o que torna o processo em sala mais transparente e mais agradável do que no método confessional no ateliê.

Alguns professores têm uma atividade de redesenho de edifícios existentes no ateliê, mas alertam as escolhas destas referências é importante, pois se escolhe projetos apenas dentro de uma única linguagem, os alunos vão fazer projetos apenas dentro dessa linha. Professores defendem também a construção de maquetes físicas de referências, para entendimento de projeto.

#### b. Questão sobre precedentes de arquitetura

Defendem estudo de referências para análise comparativa, fazendo atividade de desconstrução do caso estudado em maquete, para compreensão da ideia e apresentar outra proposta com o mesmo programa, mas no novo contexto.

Alguns alunos às vezes ficam engessados nos novos projetos por se limitarem apenas aos casos estudados, ou há “abismo entre os casos estudados e propostas”. Um dos professores alertou ainda que as análises feitas pelos estudantes “não são análises, mas uma descrição do projeto”, eles tem dificuldades para entendimento do dimensionamento do programa ou critérios foram usados para o dimensionamento.

#### c. Questão sobre uso de BIM na disciplina de projeto de arquitetura

Um dos professores acha interessante, por ser permitir uma representação semântica, mas tem resistência ao seu uso para o processo criativo de projeto. É um instrumento que pode ser útil, mas não entende como pode ser usado no processo de ensino-aprendizagem e afirmou que tem preconceito BIM. E um outro professor orientou um aluno de TCC, cujo projeto era modelo BIM. Achou que funcionou muito

bem, para espacialidade, passeio pelo edifício proposto, mas isso porque o aluno dominava.

A maioria dos professores desconhece BIM ou as ferramentas e como poderiam contribuir para a disciplina de projeto, apesar do curso oferecer disciplina que ensina além de ferramentas BIM, outras para apresentação de projetos.

#### 4. CONCLUSÃO

Tanto os estudantes, como os professores, dão importância para estudo de precedentes na disciplina de projeto de arquitetura. Reconhecem que as análises são superficiais, não há uma compreensão aprofundada dos edifícios estudados, tão importantes para apoiar novos projetos.

As ferramentas BIM, são pouco conhecidas pelos professores e estudantes e, portanto, não há um entendimento do seu potencial para o processo de ensino-aprendizagem de projeto, como no estudo de precedentes a partir de modelos BIM.

### APÊNDICE III – PESQUISA EXPLORATÓRIA – ESTUDO DE PRECEDENTES EM ESCOLAS DE ARQUITETURA EM OUTROS PAÍSES

Foi elaborada uma pesquisa exploratória com estudantes que participaram de programas de intercâmbio em cursos de arquitetura no exterior nos últimos cinco anos. Um questionário criado no *Google Forms* foi enviado a alguns alunos conhecidos e que encaminharam a seus colegas da UTFPR e de outras universidades. Foram obtidas 14 respostas de estudantes que frequentaram nove universidades diferentes de seis países, conforme quadro abaixo.

Universidade	País	Estudantes intercambistas
Beuth University of Applied Sciences Berlin	Alemanha	1
Technische Universität Kaiserslautern	Alemanha	1
Syracuse University	Estados Unidos	3
Shibaura Institute of Technology	Japão	2
Politecnico di Torino	Itália	3
University of Salford	Inglaterra	1
Anglia Ruskin University	Inglaterra	1
Nottingham Trent University	Inglaterra	1
Budapest University of Technology and Economics	Hungria	1
TOTAL		14

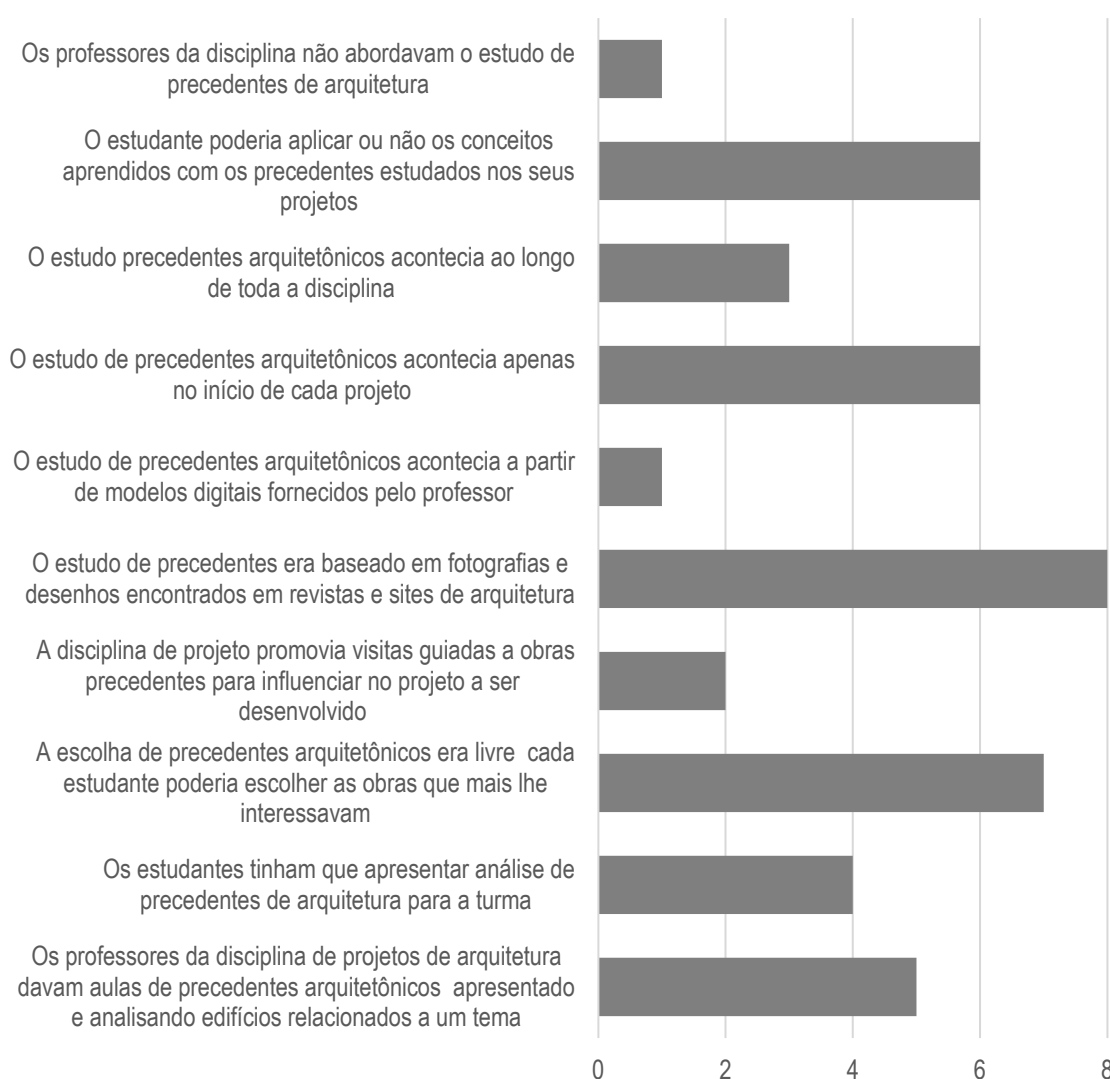
Uma das questões no questionário era relativa ao estudo de precedentes nas disciplinas de projeto de arquitetura, pra compreensão de como este assunto era trabalhado nas disciplinas frequentadas pelos estudantes. Apesar de alguns estudantes terem frequentado as mesmas universidades, mas em disciplinas com professores ou épocas diferentes, os resultados não foram totalmente uniformes, o que denota que a atividade de estudo de precedente varia de disciplina pra disciplina e professor pra professor.

Os resultados desta pesquisa, gráfico a seguir, demonstraram que o estudo de precedentes nas disciplinas de projeto é uma atividade muito similar à desenvolvida no curso de arquitetura da UTFPR e Universidade Positivo, a partir de fotografias e desenhos encontrados em revistas e sites especializados de arquitetura (oito casos), o estudo de precedentes acontece no início de cada projeto (seis casos), a escolha de precedentes para estudos é livre aos estudantes (sete casos), os conceitos aprendidos com os precedentes poderiam ser aplicados ou não nos novos projetos (seis casos) e os professores apresentavam e analisavam precedentes em aula

expositiva (cinco casos), com apresentações de precedentes estudados para a turma (quatro casos).

No entanto, há algumas diferenças, como por exemplo o estudo de precedentes ao longo de toda a disciplina (três casos), visitas guiadas a obras de referência (2 casos), estudo de precedentes a partir de modelos digitais fornecidos pelo professor (1 caso). Um dos estudantes afirmou que os professores da disciplina de projeto não promoviam o estudo de precedentes.

Estudo de precedentes em disciplinas de projeto de arquitetura



Os resultados obtidos não permitem generalização da conclusão, mas demonstra que, mesmo em escolas de arquitetura estrangeiras, o estudo de precedentes não é uma unanimidade, seja no seu método ou na aplicação em disciplinas de projeto, para aquisição de repertório arquitetônico.

## **APÊNDICE IV– PROTOCOLO PARA ATIVIDADE 1 – Aula expositiva**

Grupos e atribuições: Experimental (Modelo BIM), Controle (método tradicional por meio de material disponível na internet)

1. Aula expositiva pelo professor a seu grupo (30 minutos)
  - a. Aspectos funcionais
  - b. Aspectos técnicos
  - c. Implantação
  - d. Aspectos compositivos
2. Resposta ao questionário pelos estudantes (20 minutos)
3. Resposta à entrevista do tipo grupo focal (10 minutos):

Quais elementos ou soluções deste precedente que se destacaram, foram compreendidos e que poderiam influenciar o novo projeto?

## **APÊNDICE V – PROTOCOLO PARA ATIVIDADE 2 – investigação pelo estudante**

Grupos e atribuições: Experimental (Modelo BIM), Grupo Controle (método tradicional por meio de material disponível na internet)

Os estudantes do Grupo Experimental recebem explicação rápida de comandos na ferramenta BIM, para explorar o modelo arquitetônico (10 minutos)

1. Investigação pelo estudante (30 minutos)
  - a. Aspectos funcionais
  - b. Aspectos técnicos
  - c. Implantação
  - d. Aspectos compositivos
2. Resposta ao questionário pelos estudantes (20 minutos)
3. Resposta à entrevista do tipo grupo focal (10 minutos):

Quais elementos ou soluções deste precedente que se destacaram, foram compreendidos e que poderiam influenciar o novo projeto?

## APÊNDICE VI – QUESTIONÁRIO 1

### CATEGORIA: ATIVIDADE DO ESTUDO EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE

Nº Questão	Questão
Q1	Material de apoio para estudo dos edifícios foi adequado
Q2	Repertório pré-existente para análise dos edifícios foi suficiente
Q3	Tempo para análise do edifício foi adequado
Q4	Método para estudo do edifício foi adequado

### CATEGORIA: APRENDIZAGEM ADQUIRIDA POR MEIO DO ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE

Nº Questão	Questão
Q5	Ajudou no aprendizado de soluções e estratégias arquitetônicas
Q6	Ajudou no aprendizado do programa de necessidades
Q7	Ajudou no aprendizado de soluções técnicas
Q8	Ajudou na aquisição de repertório arquitetônico
Q9	Vai ajudar a iniciar um novo projeto, como ponto de partida
Q10	Vai ampliar a possibilidade da criação de novos projetos

### CATEGORIA: ASPECTOS ARQUITETÔNICOS

(continua)

Grupo	Sub Grupo	Nº Questão	Questão
Aspectos funcionais	Setores	Q11	Todos os setores do edifício
		Q12	A posição/localização dos setores no edifício
		Q13	As relações entre os diferentes setores do edifício
		Q14	As proporções de ÁREAS entre os diferentes setores do edifício
		Q15	Espaços públicos e privados
	Ambientes	Q16	A posição/localização dos ambientes nos setores do edifício
		Q17	As proporções das dimensões Largura x Profundidade x Pé-direito
		Q18	Relações de proximidades entre ambientes
		Q19	Como serão utilizados ou ocupados
		Q20	Repetições de ambientes para mesmo uso
		Q21	Arranjo adequado entre ambiente e atividades
		Q22	Identities individuais: tratamento de espaços diferentes para usos diferentes
		Q23	Transição entre o espaço público e privado
	Circulações e acessos	Q24	Os fluxos e percursos dentro do edifício
		Q25	Rotas de acessibilidade (para pessoas com deficiência)
		Q26	Rotas de fuga (em caso de incêndio ou pânico)
		Q27	Acesso principal
		Q28	Acesso de serviço
		Q29	Circulação vertical (escadas, rampas, elevadores)
		Q30	Orientação espacial no edifício
		Q31	Espaços de transição Interior x Exterior
Aspectos técnicos	Sistema estrutural	Q32	Quanto à execução do sistema estrutural
	Pilares	Q33	As dimensões são padronizadas
		Q34	As formas são padronizadas
		Q35	Pilares e colunas - MATERIAL
		Q36	Seguem uma modulação rígida
		Q37	Tem distribuição aleatória
		Q38	Obedecem à forma do edifício
		Q39	A distribuição em parte é modular e parte aleatória
		Q40	Todos os pilares e colunas estão expostos
		Q41	Parte dos pilares e colunas estão expostos e parte embutidos nas paredes

### CATEGORIA: ASPECTOS ARQUITETÔNICOS

(continuação)

Grupo	Sub Grupo	Nº Questão	Questão
Aspectos técnicos	Lajes	Q42	Laje
		Q43	Grandes vãos, com poucos apoios
		Q44	Pequenos vãos
		Q45	As lajes se apoiam sobre vigas
		Q46	As lajes se apoiam diretamente sobre pilares
	Sistema construtivo	Q47	Sistema construtivo predominante
	Topografia	Q48	Topografia
	Conforto ambiental	Q49	Visual
		Q50	Acústico
		Q51	Luminico
		Q52	Térmico
	Condicionantes	Q53	Topografia
		Q54	Forma do terreno
		Q55	Morfologia do entorno imediato
		Q56	Público do entorno imediato
		Q57	Uso da edificação
		Q58	Insolação
		Q59	Visuais
		Q60	Ruídos
		Q61	Acessos
Aspectos compositivos	Percepção	Q62	O edifício estudado segue os princípios da Arquitetura Funcional, ou seja, tudo é funcional
		Q63	Elementos da edificação são estéticos e tem papel primário na estética do edifício
		Q64	Elementos da edificação são estéticos, mas tem papel secundário
		Q65	A forma do todo ou partes do edifício tem relação com a função que abriga
		Q66	Arquitetura formalista
	Intenções	Q67	Arquitetura monumental
		Q68	Arquitetura utilitária (funcionalismo formal e simplificação arquitetônica
		Q69	Repetição de módulos
		Q70	Simetria
		Q71	Horizontalidade
		Q72	Verticalidade]
	Tipologia	Q73	Tipologia
	Recursos arquitetônicos	Q74	Relação Cheios X Vazios
		Q75	Relação Luz x Sombra
		Q76	Relação Transparência x Opacidade
		Q77	Relação Forma x Espaço
		Q78	Adição e subtração de elementos para geração da forma
		Q79	Repetição de elementos
		Q80	Percursos dinâmicos (percursos com diversidade de atrações e sensações
		Q81	Espaço funcional
		Q82	Espaço dinâmico (riqueza espacial)
	Espaço arquitetônico	Q83	Espaços confinados]
		Q84	Espaços integrados
		Q85	Espaços fragmentados



## **APÊNDICE VII – QUESTIONÁRIO 2**

Questionário distribuídos aos professores participantes do Grupo-experimental.

- a) Nome
- b) Disciplina em que você participou da experiência
- c) Comparado ao método tradicional, baseado na apresentação de imagens para explicação de um edifício, qual sua opinião geral sobre o MEE-MA proposto?

### **DOS ESTUDANTES PARTICIPANTES DO GRUPO-EXPERIMENTAL (BIM):**

- d) Percebeu se eles tiveram maior interesse em estudar os edifícios com o MEE-MA?
- e) Você acha que eles podem ter compreendido melhor os edifícios estudados com o MEE-MA?

### **DA EXPERIÊNCIA DA AULA COM MÉTODO DE ENSINO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE POR MEIO DE MEE-MA:**

- f) Você acha que alguma das abordagens do MEE-MA é melhor para o aprendizado do estudante ou ambas são válidas?
- g) Comparado ao método tradicional, baseado na apresentação de imagens para apresentação de um edifício ao qual você tem experiência, qual a sua opinião sobre o MEE-MA?
- h) Você acredita que o MEE-MA pode ajudar professores e estudantes no processo de ensino-aprendizagem de precedentes de arquitetura?
- i) Quais limitações você identificou nos experimentos com o MEE-MA?
- j) Tem alguma sugestão para que o MEE-MA possa ser melhorado no futuro?
- k) Você usaria o MEE-MA em suas disciplinas de projeto no futuro? Em qual condição? Em que momento da disciplina de projeto?

**DA ANÁLISE DOS EDIFÍCIOS:**

- l) Em sua opinião, em quais aspectos de análise dos edifícios o MEE-MA se sobressai em relação método tradicional?
- m) Você acredita que os estudantes que participaram do experimento tinham domínio da análise de edifícios segundo estes aspectos?
- ☐ Discordo totalmente
  - ☐ Discordo parcialmente
  - ☐ Indiferente
  - ☐ Concordo parcialmente
  - ☐ Concordo totalmente

## APÊNDICE VIII –PROFESSORES PARTICIPANTES

Professor	Disciplina de PA	Formação acadêmica	Titulação	Vínculo na UTFPR	Ensino de projeto de arquitetura
A	PA3	Arquitetura e Urbanismo	Mestrado e Doutorado em Arquitetura	Efetivo, desde 2012	Desde 2011
B	PA3	Arquitetura e Urbanismo	Mestrado em Construção Civil e Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento	Efetivo, desde 2007	Desde 2013
C	PA5	Arquitetura e Urbanismo	Mestrado em Teoria e História da Arquitetura	Efetivo, desde 2015	Desde 2010
D	PA5	Arquitetura e Urbanismo	Mestrado em Gestão Ambiental	Substituto, desde 2018	Desde 2011
E	PA5	Arquitetura e Urbanismo	Mestrado em Arquitetura e Urbanismo	Substituto, desde 2018	Desde 2009
PA – Projeto Arquitetônico					





## APÊNDICE XI – ATIVIDADES DE ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE POR DISCIPLINA

### PA3

2019-1	Atividade 1				Atividade 2			
	GC		GE		GC		GE	
Respondentes	7	%	8	%	5	%	7	%
Q1	7	100,00	8	100,00	3	86,67	17	100,00
Q2	7	100,00	6	88,89	8	<b>53,33</b>	5	88,24
Q3	15	88,24	4	77,78	2	80,00	4	82,35
Q4	14	82,35	5	83,33	8	<b>53,33</b>	9	52,94

2019-2	Pré-teste				Atividade 1				Atividade 2			
	GC		GE		GC		GE		GC		GE	
Respondentes	9	%	11	%	7	%	8	%	6	%	8	%
Q1	7	77,78	9	81,82	7	100,00	8	100,00	5	83,33	8	100,00
Q2	6	66,67	7	63,64	3	<b>42,86</b>	4	50,00	5	83,33	5	62,50
Q3	7	77,78	9	81,82	7	100,00	7	87,50	5	83,33	6	75,00
Q4	8	88,89	11	100,00	7	100,00	7	87,50	6	100,00	8	100,00

### PA5

2019-1	Atividade 1				Atividade 2			
	GC		GE		GC		GE	
Respondentes	1	%	6	%	1	%	3	%
Q1	9	81,82	5	93,75	8	72,73	10	76,92
Q2	1	100,00	3	81,25	10	90,91	10	76,92
Q3	9	81,82	16	100,00	10	90,91	9	69,23
Q4	6	54,55	3	81,25	6	54,55	5	38,46

2019-2	Pré-teste				Atividade 1				Atividade 2			
	GC		GE		GC		GE		GC		GE	
Respondentes	11	%	9	%	8	%	9	%	8	%	9	%
Q1	6	54,55	6	66,67	4	50,00	8	88,89	7	87,50	8	88,89
Q2	9	81,82	9	100,00	7	87,50	9	100,00	8	100,00	8	88,89
Q3	6	54,55	7	77,78	5	62,50	9	100,00	3	37,50	7	77,78
Q4	8	72,73	8	88,89	6	75,00	8	88,89	7	87,50	8	88,89



### APÊNDICE XIII – APRENDIZAGEM A PARTIR DO ESTUDO DE EDIFÍCIOS DA ARQUITETURA PRECEDENTE POR DISCIPLINA

2019-1		PA3							
Respondentes	Atividade 1				Atividade 2				
	GC		GE		GC		GE		
	17	%	18	%	15	%	17	%	
Q5	16	94,12	16	88,89	14	93,33	15	88,24	
Q6	14	82,35	12	66,67	9	60,00	13	76,47	
Q7	10	58,82	15	83,33	10	66,67	15	88,24	
Q8	16	94,12	15	83,33	14	93,33	14	82,35	
Q9	10	58,82	9	50,00	8	53,33	9	52,94	
Q10	17	100,00	18	100,00	15	100,00	17	100,00	

2019-2		PA3											
Respondentes	Pré-teste				Atividade 1				Atividade 2				
	GC		GE		GC		GE		GC		GE		
	9	%	11	%	7	%	8	%	6	%	8	%	
Q5	9	100,00	11	100,00	7	100,00	8	100,00	3	50,00	6	75,00	
Q6	6	66,67	9	81,82	7	100,00	8	100,00	2	33,33	7	87,50	
Q7	7	77,78	8	72,73	5	71,43	7	87,50	4	66,67	8	100,00	
Q8	9	100,00	11	100,00	6	85,71	8	100,00	6	100,00	8	100,00	
Q9	8	88,89	9	81,82	4	57,14	8	100,00	6	100,00	8	100,00	
Q10	9	100,00	11	100,00	6	85,71	8	100,00	6	100,00	8	100,00	

2019-1		PA5							
Respondentes	Atividade 1				Atividade 2				
	GC		GE		GC		GE		
	11	%	16	%	11	%	13	%	
Q5	8	72,73	14	87,50	8	72,73	11	84,62	
Q6	10	90,91	7	43,75	7	63,64	10	76,92	
Q7	9	81,82	15	93,75	7	63,64	10	76,92	
Q8	9	81,82	11	68,75	9	81,82	10	76,92	
Q9	8	72,73	10	62,50	7	63,64	5	38,46	
Q10	11	100,00	13	81,25	11	100,00	13	100,00	

2019-2		PA5											
Respondentes	Pré-teste				Atividade 1				Atividade 2				
	GC		GE		GC		GE		GC		GE		
	11	%	9	%	8	%	9	%	8	%	9	%	
Q5	10	90,91	9	100,00	8	100,00	9	100,00	7	87,50	8	88,89	
Q6	8	72,73	8	88,89	5	62,50	9	100,00	7	87,50	7	77,78	
Q7	4	36,36	5	55,56	6	75,00	9	100,00	5	62,50	8	88,89	
Q8	11	100,00	9	100,00	8	100,00	9	100,00	7	87,50	8	88,89	
Q9	11	100,00	4	44,44	8	100,00	8	88,89	6	75,00	8	88,89	
Q10	10	90,91	8	88,89	8	100,00	9	100,00	7	87,50	8	88,89	



## APÊNDICE XIV – ÍNDICE DE COMPLEXIDADE DOS EDIFÍCIOS

Aspectos		Cais do Sertão	Museu do Pão	IMS	Jd. Ataliba	Gerardo Molina	Rafal
Funcionais	Porte	5,00	1,00	5,00	3,00	5,00	3,00
	Tipologia de uso	3,00	1,00	5,00	1,00	3,00	3,00
	Organização espacial	3,00	1,00	5,00	1,00	5,00	3,00
	Média	3,67	1,00	5,00	1,67	4,33	3,00
Técnico	Disciplinas	3,00	1,00	5,00	1,00	3,00	3,00
	Tecnologia empregadas	1,00	1,00	5,00	1,00	3,00	3,00
	Ambiental	3,00	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00
	Média	2,33	1,67	5,00	1,67	3,00	3,00
Implantação	Estratégia de implantação	5,00	3,00	5,00	5,00	5,00	3,00
	Média	5,00	3,00	5,00	5,00	5,00	3,00
Composição	Estética	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Média	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Média Final		4	2,66	5	3,33	4,33	3,5
Índice de complexidade		5	3	5	3	5	3

## APÊNDICE XV–2018-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS FUNCIONAIS DOS EDIFÍCIOS

Questões	PA3		PA5	
	Atividade		Atividade	
	GC	GE	GC	GE
Q17	17	2	5	16
Q18	5	12	5	16
Q20	7	11	5	15
Q23	7	11	5	15
Q25	7	10	4	15
Q31	16	12	12	16
Respondentes	22	14	19	17
Média	9,83	9,67	6,00	15,50
%	44,70%	69,05%	31,58%	91,18%
Variância amostral	27,37	14,67	8,80	0,30
Desvio padrão amostral	5,23	3,83	2,97	0,55
TDE (teste de Cohen)	-1,53		-0,67	

## APÊNDICE XVI–2018-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS TÉCNICOS DOS EDIFÍCIOS

Questão	PA3		PA5	
	Atividade		Atividade	
	GC	GE	GC	GE
Q34	6	2	14	0
Q35	16	12	14	0
Respondentes	22	14	19	17
Média	11,00	7,00	14,00	0,00
%	50,00%	50,00%	73,68%	0,00%
Variância amostral	50,00	50,00		
Desvio padrão amostral	7,07	7,07		
TDE (teste de Cohen)	-1,13			

## APÊNDICE XVII–2018-2 - COMPREENSÃO DA IMPLANTAÇÃO E CONDICIONANTES

Questão	PA3		PA5	
	Atividade		Atividade	
	GC	GE	GC	GE
Q54	10	11	12	5
Respondentes	22	14	19	17
Média	10,00	11,00	12,00	5,00
%	45,45%	78,57%	63,16%	29,41%
Variância amostral				
Desvio padrão amostral				
TDE (teste de Cohen)				

## APÊNDICE XVIII – 2018-2 - ASPECTOS COMPOSITIVOS

Questão	PA3		PA5	
	Atividade		Atividade	
	GC	GE	GC	GE
Q72	13	8	5	1
Q82	3	4	7	3
Q83	6	2	4	1
Q85	8	10	7	11
Q86	5	8	3	6
Q92	12	0	11	0
Q93	4	3	4	2
Q94	15	8	8	17
Q95	6	0	2	0
Q96	5	0	2	0
Q97	5	1	10	4
Q98	8	2	5	8
Q99	4	1	0	1
Q100	0	0	0	0
Q101	8	6	3	0
Q102	3	4	7	3
Q103	10	1	11	5
Q104	10	5	15	7
Respondentes	22	14	19	17
Média	5,83	2,83	6,00	2,67
%	26,52%	20,24%	31,58%	15,69%
Variância amostral	16,97	6,17	37,60	8,27
Desvio padrão amostral	4,12	2,48	6,13	2,88
TDE (teste de Cohen)	-1,94		-0,33	

## APÊNDICE XIX – 2019-1 e 2019-2 - COMPREENSÃO ASPECTOS FUNCIONAIS

### 2019-1+2019-2

Questões		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
SETORES	Q11	7	21	10	19	4	21	5	14
	Q12	19	24	17	24	14	25	10	20
	Q13	18	21	17	23	16	21	9	18
	Q14	12	20	11	23	15	23	8	18
	Q15	13	17	9	16	13	20	7	17
	Q16	18	24	14	23	14	23	12	18
AMBIENTES	Q17	11	22	6	24	10	23	9	17
	Q18	9	22	15	22	17	20	9	20
	Q19	17	21	16	19	11	9	13	11
	Q20	6	21	6	12	8	24	13	21
	Q21	9	20	12	16	10	14	9	11
	Q22	11	19	13	19	10	17	11	11
	Q23	11	19	8	13	7	20	9	13
	Q24	13	20	13	15	17	22	9	9
CIRCULAÇÕES E ACESSOS	Q25	3	13	18	18	7	10	2	9
	Q26	1	19	18	14	5	7	11	20
	Q27	17	23	15	22	17	24	6	16
	Q28	3	17	6	22	5	20	4	11
	Q29	16	24	14	18	17	23	7	8
	Q30	12	18	18	22	12	20	9	16
	Q31	3	8	1	0	6	8	3	8
Respondentes		24	26	21	25	19	25	19	22
Média de respostas corretas		10,90	19,67	12,24	18,29	11,19	18,76	8,33	14,57
% de respostas corretas		45,44%	75,64%	58,28%	73,14%	58,90%	75,05%	43,86%	66,23%
Variância amostral		30,49	14,23	22,99	31,51	19,86	32,29	9,23	19,16
Desvio padrão amostral		5,52	3,77	4,79	5,61	4,46	5,68	3,04	4,38
TDE (teste de Cohen)		1,53		0,97		1,3		0,09	

**2019-1**

Questões		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
SETORES	Q11	3	14	7	12	1	13	1	8
	Q12	13	16	13	16	8	16	5	13
	Q13	12	14	13	15	8	12	3	11
	Q14	6	13	7	15	10	16	4	10
	Q15	7	10	5	12	7	11	3	10
	Q16	11	17	11	15				
AMBIENTES	Q17	6	14	2	16	6	14	5	10
	Q18	4	15	11	14	5	15	4	10
	Q19	11	13	13	13	9	12	3	12
	Q20	0	13	2	6	7	4	6	3
	Q21	3	13	9	9	0	15	7	12
	Q22	5	11	9	11	5	6	4	5
	Q23	6	12	5	9	3	9	5	5
	Q24	8	14	8	7				
CIRCULAÇÕES E ACESSOS	Q25	1	9	14	15	10	14	1	1
	Q26	0	12	15	10	1	5	1	2
	Q27	13	15	10	14	1	3	11	12
	Q28	0	10	4	15	9	16	3	8
	Q29	11	16	12	17	3	15	2	9
	Q30	7	10	12	14	9	14	4	0
	Q31	8	14	8	7	6	11	6	8
Respondentes		17	18	15	17	11	16	11	13
Média de respostas corretas		6,4	13,1	9,1	12,8	5,55	11,65	4,15	7,85
% de respostas corretas		37,35%	72,50%	60,67%	75,00%	50,45%	72,81%	37,73%	60,38%
Variância amostral		19,40	5,00	15,78	9,88	10,79	17,19	5,50	15,29
Desvio padrão amostral		4,40	2,24	3,97	3,14	3,28	4,15	2,35	3,91
TDE (teste de Cohen)		2,02		1,03		1,64		1,18	

**2019-2**

Questões		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
SETORES	Q11	4	7	3	7	3	8	4	6
	Q12	6	8	4	8	6	9	5	7
	Q13	6	7	4	8	8	9	6	7
	Q14	6	7	4	8	5	7	4	8
	Q15	6	7	4	4	6	9	4	7
	Q16	7	7	3	8	8	9	7	8
AMBIENTES	Q17	5	8	4	8	5	8	5	7
	Q18	5	7	4	8	8	8	6	8
	Q19	6	8	3	6	4	5	7	8
	Q20	6	8	4	6	8	9	6	9
	Q21	6	7	3	7	5	8	5	6
	Q22	6	8	4	8	7	8	6	6
	Q23	5	7	3	4	4	8	4	5
	Q24	5	6	5	8	7	8	8	8
CIRCULAÇÕES E ACESSOS	Q25	2	4	4	3	6	5	1	7
	Q26	1	7	3	4	4	4	0	8
	Q27	4	8	5	8	8	8	3	8
	Q28	3	7	2	7	2	5	2	2
	Q29	5	8	2	1	8	9	3	8
	Q30	5	8	6	8	6	9	3	8
	Q31	3	8	1	0	6	8	3	8
Respondentes		7	8	6	8	11	9	8	9
Média de respostas corretas		4,85	7,23	3,57	6,14	5,90	5,90	5,90	7,67
% de respostas corretas		69,39%	90,48%	59,52%	76,79%	53,68%	65,61%	73,81%	85,19%
Variância amostral		2,33	0,89	1,26	6,23	6,19	6,29	3,29	2,43
Desvio padrão amostral		1,53	0,94	1,12	2,50	2,49	2,51	1,81	1,56
TDE (teste de Cohen)		1,93		1,42		0,00		1,04	



## APÊNDICE XX – 2019-1 e 2019-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS TÉCNICOS

### 2019-1+2019-2

Questão		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
SISTEMA ESTRUTURAL	Q32	12	16	5	5	10	20	4	8
PILARES	Q33	16	14	14	15	11	21	8	16
	Q34	10	15	12	19	10	19	9	14
	Q35	7	15	7	9	6	12	13	9
	Q36	8	18	8	12	14	23	17	20
	Q37	22	25	15	21	17	23	15	21
	Q38	8	24	7	10	9	20	10	15
	Q39	18	23	12	18	16	24	15	20
	Q40	13	23	5	17	10	23	12	18
	Q41	7	19	17	18	7	15	5	14
LAJES	Q42	0	0	7	11	0	1	4	6
	Q43	16	22	11	20	5	19	16	17
	Q44	23	23	5	11	3	8	7	11
	Q45	17	13	18	21	11	20	17	19
	Q46	10	10	9	16	17	23	8	16
SISTEMA CONSTRUTIVO	Q47	5	8	6	10	2	13	1	9
TOPOGRAFIA	Q48	14	16	11	17	2	8	5	7
CONFORTO AMBIENTAL	Q49	6	23	18	19	11	14	11	12
	Q50	3	11	14	17	7	10	11	16
	Q51	16	21	15	23	17	25	17	17
	Q52	20	5	12	15	13	15	13	10
Respondentes		24	26	21	25	19	25	19	22
Média de respostas corretas		11,95	16,38	10,86	15,43	9,43	16,95	10,38	14,05
% de respostas corretas		49,80	63,00%	51,70%	61,71%	49,62%	67,81%	54,64%	63,85%
Variância amostral		39,95	46,45	19,03	22,36	27,06	41,65	23,75	21,05
Desvio padrão amostral		6,32	6,82	4,36	4,73	5,20	6,45	4,87	4,59
TDE (teste de Cohen)		0,24		0,68		1,07		0,13	

**2019-1**

Questão		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
SISTEMA ESTRUTURAL	Q32	10	12	2	2	5	13	2	3
PILARES	Q33	12	10	10	8	7	16	4	9
	Q34	6	9	7	11	6	13	4	6
	Q35	6	13	3	3	3	10	10	7
	Q36	3	14	4	6	9	15	10	12
	Q37	17	18	12	14	11	16	10	13
	Q38	2	16	3	3	2	13	4	7
	Q39	14	18	10	13	10	15	8	11
	Q40	9	15	3	12	6	14	8	12
	Q41	2	11	15	17	3	6	2	6
LAJES	Q42	0	0	4	6	0	1	4	6
	Q43	11	14	6	12	2	13	10	10
	Q44	16	17	1	5	0	2	2	4
	Q45	14	7	14	14	6	13	10	11
	Q46	5	3	4	9	10	15	4	7
SISTEMA CONSTRUTIVO	Q47	3	7	3	5	2	12	1	8
TOPOGRAFIA	Q48	11	13	8	14	2	7	5	5
CONFORTO AMBIENTAL	Q49	2	15	13	13	3	5	8	8
	Q50	0	4	10	11	2	4	6	10
	Q51	9	13	11	15	9	16	10	10
	Q52	17	3	10	11	6	8	7	4
Respondentes			17	18	15	17	11	16	11
Média de respostas corretas			8,0	11,0	7,3	9,7	4,9523809	10,809523	6,1428571
% de respostas corretas			47,34%	61,38%	48,57%	57,14%	45,02%	67,56%	55,84%
Variância amostral			32,05	27,85	18,91	19,91	11,65	23,46	10,13
Desvio padrão amostral			5,66	5,28	4,35	4,46	3,41	4,84	3,18
TDE (teste de Cohen)			0,55		0,55		11	16	11

**2019-2**

Questão		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
SISTEMA ESTRUTURAL	Q32	2	4	3	3	5	7	2	5
PILARES	Q33	4	4	4	7	4	5	4	7
	Q34	4	6	5	8	4	6	5	8
	Q35	1	2	4	6	3	2	3	2
	Q36	5	4	4	6	5	8	7	8
	Q37	5	7	3	7	6	7	5	8
	Q38	6	8	4	7	7	7	6	8
	Q39	4	5	2	5	6	9	7	9
	Q40	4	8	2	5	4	9	4	6
	Q41	5	8	2	1	4	9	3	8
LAJES	Q42	0	0	3	5	0	0	0	0
	Q43	5	8	5	8	3	6	6	7
	Q44	7	6	4	6	3	6	5	7
	Q45	3	6	4	7	5	7	7	8
	Q46	5	7	5	7	7	8	4	9
SISTEMA CONSTRUTIVO	Q47	2	1	3	5	0	1	0	1
TOPOGRAFIA	Q48	3	3	3	3	0	1	0	2
CONFORTO AMBIENTAL	Q49	4	8	5	6	8	9	3	4
	Q50	3	7	4	6	5	6	5	6
	Q51	7	8	4	8	8	9	7	7
	Q52	3	2	2	4	7	7	6	6
Respondentes		7	8	6	8	8	9	8	9
Média de respostas corretas		3,90	5,33	3,57	5,71	4,48	6,14	4,24	6,00
% de respostas corretas		55,78	66,67%	59,52%	71,43%	55,95%	68,25%	52,98%	66,67%
Variância amostral		3,19	6,63	1,06	3,31	5,86	8,03	5,29	7,20
Desvio padrão amostral		1,79	2,58	1,03	1,82	2,42	2,83	2,30	2,68
TDE (teste de Cohen)		0,66		1,50		0,63		0,71	

## APÊNDICE XXI – 2019-1 e 2019-2 - COMPREENSÃO DA IMPLANTAÇÃO E CONDICIONANTES

### 2019-1+2019-2

Questão		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
CONDICIONANTES	Q53	19	15	6	22	15	21	9	11
	Q54	13	22	16	20	16	18	14	18
	Q55	8	24	12	13	12	19	12	16
	Q56	10	17	18	19	14	17	7	7
	Q57	19	21	17	21	13	18	13	19
	Q58	5	20	11	17	10	20	11	13
	Q59	12	23	15	15	14	14	8	10
	Q60	22	23	19	22	14	17	17	21
	Q61	7	16	14	19	13	22	12	16
Respondentes		24	26	21	25	19	25	19	22
Média de respostas corretas		12,78	20,11	14,22	18,67	13,44	18,44	11,44	14,56
% de respostas corretas		53,24%	77,35%	67,72%	74,67%	70,76%	73,78%	60,23%	66,16%
Variância amostral		35,94	11,11	16,44	9,75	3,03	5,78	9,78	21,28
Desvio padrão amostral		6,00	3,33	4,06	3,12	1,74	2,40	3,13	4,61
TDE (teste de Cohen)		1,22		0,98		2,87		0,53	

### 2019-1

Questão		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
CONDICIONANTES	Q53	14	12	4	16	11	16	5	3
	Q54	8	14	10	12	8	10	8	11
	Q55	4	16	7	11	5	11	7	9
	Q56	4	10	15	17	6	9	0	0
	Q57	13	13	11	13	5	9	9	11
	Q58	3	13	7	9	4	12	6	5
	Q59	8	15	9	7	7	7	2	3
	Q60	17	18	15	17	11	12	11	13
	Q61	4	8	9	11	5	13	6	8
Respondentes		17	18	15	17	11	16	11	13
Média de respostas corretas		8,33	13,22	9,67	12,56	6,89	11,00	6,00	7,00
% de respostas corretas		49,02%	73,46%	64,44%	73,86%	62,63%	68,75%	54,55%	53,85%
Variância amostral		29,62	11,90	11,62	14,48	6,86	7,00	11,50	19,75
Desvio padrão amostral		5,44	3,45	3,41	3,80	2,34	2,15	3,80	4,58
TDE (teste de Cohen)		1,10		0,80		2,89		4,28	

**2019-2**

Questão		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
CONDICIONANTES	Q53	5	3	2	6	4	5	4	8
	Q54	5	8	6	8	8	8	6	7
	Q55	4	8	5	2	7	8	5	7
	Q56	6	7	3	2	8	8	7	7
	Q57	6	8	6	8	8	9	4	8
	Q58	2	7	4	8	6	8	5	8
	Q59	4	8	6	8	7	7	6	7
	Q60	5	5	4	5	3	5	6	8
	Q61	3	8	5	8	8	9	6	8
Respondentes		7	8	6	8	8	9	8	9
Média de respostas corretas		4,44	6,89	4,56	6,11	6,56	7,44	5,44	7,56
% de respostas corretas		63,49%	86,11%	75,93%	76,39%	81,94%	82,72%	68,06%	83,95%
Variância amostral		1,78	3,11	2,03	6,61	3,53	2,28	1,03	0,28
Desvio padrão amostral		1,33	1,76	1,42	2,57	1,88	1,51	1,01	0,53
TDE (teste de Cohen)		1,58		0,78		0,52		2,74	

## APÊNDICE XXII – 2019-1 e 2019-2 - COMPREENSÃO DOS ASPECTOS COMPOSITIVOS

### 2019-1+2019-2

Questão		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
PERCEPÇÃO	Q62	7	12	15	20	14	16	14	12
	Q63	16	24	19	23	17	21	15	21
	Q64	14	17	20	23	15	21	17	20
	Q65	10	19	16	16	14	18	16	13
	Q66	19	19	16	19	12	20	14	18
INTENÇÕES	Q67	16	13	20	24	16	23	15	17
	Q68	7	14	16	17	17	19	12	12
	Q69	4	13	12	9	17	19	16	17
	Q70	4	10	13	16	8	9	19	20
	Q71	16	22	16	17	17	17	15	14
	Q72	21	24	21	25	19	22	19	21
TIPOLOGIA	Q73	4	17	10	7	3	13	6	9
RECURSOS ARQUITETÔNICOS	Q74	17	23	8	15	13	18	17	16
	Q75	10	9	10	13	13	14	13	15
	Q76	13	16	12	14	15	20	11	12
	Q77	13	24	18	22	16	19	17	17
	Q78	11	11	18	22	9	12	8	17
	Q79	11	16	10	11	14	18	16	14
	Q80	13	16	11	17	12	18	13	12
	Q81	17	20	19	19	18	24	12	15
ESPAÇOS ARQUITETÔNICOS	Q82	10	20	15	17	10	11	11	12
	Q83	20	25	21	23	14	24	16	19
	Q84	11	15	15	19	13	16	9	16
	Q85	20	23	18	23	15	22	5	10
Respondentes		24	26	21	25	19	25	19	22
Média de respostas corretas		12,67	17,58	15,38	17,96	13,79	18,08	13,58	15,38
% de respostas corretas		52,78%	67,63%	73,21%	71,83%	72,59%	72,33%	71,49%	69,89%
Variância amostral		26,49	23,82	14,94	23,35	12,87	16,25	14,17	11,90
Desvio padrão amostral		5,15	4,88	3,87	4,83	3,59	4,03	3,76	3,45
TDE (teste de Cohen)		0,57		0,44		0,64		0,18	

**2019-1**

Questão		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
PERCEPÇÃO	Q62	1	6	10	13	8	10	7	4
	Q63	11	18	14	17	10	16	8	13
	Q64	10	12	15	17	8	15	11	13
	Q65	5	13	10	9	7	11	8	6
	Q66	16	17	15	15	10	13	9	12
INTENÇÕES	Q67	11	9	15	16	11	15	11	13
	Q68	2	6	10	9	10	13	5	4
	Q69	2	8	6	4	9	12	8	10
	Q70	2	4	12	13	3	3	11	12
	Q71	9	14	11	10	9	8	7	6
	Q72	16	18	15	17	11	16	11	13
TIPOLOGIA	Q73	4	12	6	6	3	8	5	7
RECURSOS ARQUITETÔNICOS	Q74	11	15	5	13	5	9	9	9
	Q75	10	7	8	7	7	6	5	8
	Q76	12	15	8	8	8	14	3	4
	Q77	6	16	13	15	8	10	9	9
	Q78	5	5	13	16	8	9	7	10
	Q79	7	11	5	4	6	9	8	11
	Q80	6	8	7	10	7	12	5	4
	Q81	10	12	14	11	10	16	6	7
	Q82	4	12	10	11	4	3	8	6
ESPAÇOS ARQUITETÔNICOS	Q83	14	18	15	17	9	16	11	13
	Q84	5	10	10	12	6	8	4	8
	Q85	16	17	13	16	11	16	1	3
Respondentes		17	18	15	17	11	16	11	13
Média de respostas corretas		8,13	11,79	10,83	11,92	7,83	11,17	7,38	8,54
% de respostas corretas		47,79%	65,51%	72,22%	70,10%	71,21%	69,79%	67,05%	65,71%
Variância amostral		22,11	19,65	11,80	17,47	5,71	16,06	7,46	11,82
Desvio padrão amostral		4,70	4,43	3,43	4,18	2,39	4,01	2,73	3,44
TDE (teste de Cohen)		0,80		0,28		1,04		0,38	

**2019-2**

Questão		PA3				PA5			
		Atividade 1		Atividade 2		Atividade 1		Atividade 2	
		GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
PERCEPÇÃO	Q62	6	6	5	7	6	6	7	8
	Q63	5	6	5	6	7	5	7	8
	Q64	4	5	5	6	7	6	6	7
	Q65	5	6	6	7	7	7	8	7
	Q66	3	2	1	4	2	7	5	6
INTENÇÕES	Q67	5	4	5	8	5	8	4	4
	Q68	5	8	6	8	7	6	7	8
	Q69	2	5	6	5	8	7	8	7
	Q70	2	6	1	3	5	6	8	8
	Q71	7	8	5	7	8	9	8	8
	Q72	5	6	6	8	8	6	8	8
TIPOLOGIA	Q73	0	5	4	1	0	5	1	2
RECURSOS ARQUITETÔNICOS	Q74	6	8	3	2	8	9	8	7
	Q75	0	2	2	6	6	8	8	7
	Q76	1	1	4	6	7	6	8	8
	Q77	7	8	5	7	8	9	8	8
	Q78	6	6	5	6	1	3	1	7
	Q79	4	5	5	7	8	9	8	3
	Q80	7	8	4	7	5	6	8	8
	Q81	7	8	5	8	8	8	6	8
	Q82	6	8	5	6	6	8	3	6
ESPAÇOS ARQUITETÔNICOS	Q83	6	7	6	6	5	8	5	6
	Q84	6	5	5	7	7	8	5	8
	Q85	4	6	5	7	4	6	4	7
Respondentes		7	8	6	8	8	9	8	9
Média de respostas corretas		4,54	5,79	4,54	6,04	5,96	6,92	6,21	6,83
% de respostas corretas		64,88%	72,40%	75,69%	75,52%	74,48%	76,85%	77,60%	75,93%
Variância amostral		4,69	4,09	2,09	3,43	5,17	2,34	5,04	2,75
Desvio padrão amostral		2,17	2,02	1,44	1,85	2,27	1,53	2,25	1,66
TDE (teste de Cohen)		0,60		0,91		0,50		0,32	



## APÊNDICE XXIII – RESPOSTA AO QUESTIONÁRIO DOS PROFESSORES PARTICIPANTES DO GRUPO EXPERIMENTAL

Após os experimentos, os três professores participantes do Grupo Experimental nos semestres 2018-2, 2019-1, 2019-2 responderam ao seguinte questionário:

- a) Comparado ao método tradicional, baseado na apresentação de imagens para explicação de um edifício, qual sua opinião geral sobre MEE-MA proposto?

Professor 1: “Proporciona agilidade e melhor compreensão do todo.”

Professor 2: “Vejo como um bom complemento didático por permitir visualizar o edifício a partir de seus elementos construtivos.”

Professor 3: “Traz novas experiências aos alunos, consegue demonstrar melhor a estrutura, elementos da arquitetura (vedação, forro, piso, etc.), bem como os setores.”

- b) Percebeu se eles tiveram maior interesse em estudar os edifícios com modelos Arquitetônicos?

Professor 1: “Sim, se surpreenderam com as possibilidades.”

Professor 2: “Minha impressão é a de que ficaram bastante interessados no novo método.”

Professor 3: “Sim.”

- c) Você acha que eles podem ter compreendido melhor os edifícios estudados com Modelos Arquitetônicos?

Professor 1: “Acredito que sim.”

Professor 2: “Não posso afirmar com certeza, mas os elementos construtivos certamente se apresentaram de forma mais independente.”

Professor 3: “Não sei se melhor, mas captaram outros aspectos, se interessaram mais pelas questões técnicas e estruturais.”

- d) Você acha que alguma das abordagens (tradicional ou MEE-MA) é melhor para o aprendizado do estudante ou ambas são válidas?

Professor 1: “Ambas são válidas, mas o MEE-MA tem melhor performance.”

Professor 2: “Ambas são válidas por serem complementares.”

Professor 3: “Acho que ambas são importantes.”

- e) Comparado ao método tradicional, baseado na apresentação de imagens para apresentação de um edifício ao qual você tem experiência, qual a sua opinião sobre o MEE-MA?

Professor 1: “O MEE-MA potencializa o processo ensino aprendizagem.”

Professor 2: “Não acho que o método tradicional deva ser descartado, os modelos se complementam.”

Professor 3: “É complementar ao método tradicional, ampliando conhecimentos. Mas não acredito que substitua o método tradicional.”

- f) Você acredita que o MEE-MA pode ajudar professores e estudantes no processo de ensino-aprendizagem de referências de arquitetura?

Professor 1: “Sem dúvidas.”

Professor 2: “Sim, muito. Principalmente se os próprios estudantes redesenharem o projeto em BIM.”

Professor 3: “Sim.”

- g) Quais limitações você identificou nos experimentos com o MEE-MA?

Professor 1: “Infraestrutura adequada de laboratórios e de equipamentos compatíveis com o software por parte dos estudantes.”

Professor 2: “A dificuldade de representação do entorno natural e a percepção sensível dos materiais empregados.”

Professor 3: “Falta uma contextualização da obra, o histórico, o entorno, a cidade.”

- h) Tem alguma sugestão para que o MEE-MA possa ser melhorado no futuro?

Professor 1: “Ser mais acessível financeiramente.”

Professor 2: “Não.”

Professor 3: “Talvez os arquivos serem mais leves, para leitura em celular, por exemplo.”

- i) Você usaria o MEE-MA em suas disciplinas de projeto no futuro? Em qual condição? Em que momento da disciplina de projeto?

Professor 1: “Sim, em todos os momentos do início ao fim.”

Professor 2: “Usaria na apresentação de referências. E no desenvolvimento do anteprojeto.”

Professor 3: “Sim, no momento de estudo de referências, contudo, preciso de equipamento melhor para poder trabalhar com o programa. Por isso acredito que se fosse mais leve, seria mais prático.”

j) Em sua opinião, em quais aspectos de análise dos edifícios o MEE-MA se sobressai em relação método tradicional?

Professor 1: “Possibilita a visualização de cortes, vistas e visão tridimensional de maneira ágil.”

Professor 2: “Aspectos Funcionais e Técnicos (exceto topografia)”

Professor 3: “Aspecto técnico.”

k) Você acredita que os estudantes que participaram do experimento tinham domínio da análise de edifícios segundo estes aspectos?

Professor 1: “Concordo parcialmente”

Professor 2: “Concordo parcialmente”

Professor 3: “Discordo parcialmente”

## APÊNDICE XXIV – TESES E DISSERTAÇÕES DESENVOLVIDAS SOBRE BIM NO ENSINO SUPERIOR NO BRASIL

Referência	Proposta
BARISON, M. B. Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo – uma contribuição para a formação do projetista. 387 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.	Implementação de um instrumento para o planejamento de disciplinas BIM.
CAIXETA, L. M. Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura. 175 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.	Colaboração do BIM para a construção de um novo ambiente no aprendizado da arquitetura.
DELATORRE, V. Potencialidades e limites do BIM no ensino de Arquitetura: uma proposta de implementação. 293 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.	BIM auxilia o aluno no processo criativo e maior reflexão para as fases de concepção de projeto e a colaboração e integração refletem no ensino de projeto arquitetônico.
GODOY FILHO, A. A. Contribuições para o ensino do Projeto Arquitetônico: por um novo paradigma. 243 f. Dissertação (Mestrado em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.	Visão do edifício, seus sistemas e ciclo de vida. Simulação do processo de projeto e projetual em equipes multidisciplinares e colaborativas.
CHECCUCCI, E. S. Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da expressão gráfica neste contexto. Salvador: Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.	Estratégias para adoção integrada de BIM nos diversos componentes curriculares e método de ensino-aprendizagem
SIQUEIRA, L. S. R. Aplicação das metodologias <i>Building Information Modeling</i> (BIM) e aprendizagem baseada em problemas (ABP) no curso de graduação em Engenharia Civil / UFES: diagnóstico e recomendações. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.	Proposta para implementação de BIM nos processos de ensino aprendizagem no curso de Engenharia Civil, com formação e capacitação de professores
ROMCY, N. M. E. S. Abordagem paramétrica e ensino de projeto: Proposição de diretrizes metodológicas, considerando estratégias curriculares e o atelier de projeto. 316 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.	Integração de modelo paramétrico (concepção, criação e customização de objetos) e BIM (para etapas de desenvolvimento do projeto, detalhamento, documentação, compatibilização e gerenciamento da obras) no contexto do processo de projeto
MEDEIROS, S. C. S. de. Integração de projetos no ensino através de BIM: uma abordagem dos cursos de Arquitetura e Urbanismo da UFRN e da UFPB. 128 f. Dissertação (Mestrado de Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.	BIM na integração de projetos de arquitetura e estruturas nos ateliês acadêmicos
COSTA, F. J. M. Do modelo geométrico ao modelo físico: O tridimensional na educação do Arquiteto e Urbanista. 182 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.	BIM na modelagem geométrica e apresentação da proposta final

LEAL, B. M. F. Propostas para o ensino dos conteúdos de arquitetura e urbanismo através de ferramentas digitais. 183 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.	Contribuição de BIM, associada ou não a outras tecnologias, para o ensino em todos os campos obrigatórios do currículo do curso de arquitetura e urbanismo
LIMA, M. M. X. Metamodelo para integração de multidesempenhos em projeto de arquitetura. 348 f. Tese (Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.	Experiência didática multidisciplinar com uso de modelo BIM para coleta de informações quantitativas e apoiar a tomada de decisão no projeto de arquitetura.
SANTOS, L. A. <i>Building Information Modeling</i> no ensino de arquitetura e urbanismo: percepção e disseminação do BIM nas Instituições de Ensino Superior do Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2017.	O cenário do ensino do BIM nas IES que ministram o curso de Arquitetura e Urbanismo.
LEITE, L. S. Modelo de adaptação de precedentes em protótipos digitais para aprendizagem do processo de projeto de arquitetura. 410 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.	Aplicação do modelo de adaptação de precedentes em protótipos digitais 3D, enquanto estratégia de aprendizagem do processo de análise/síntese/avaliação de projeto de arquitetura.
ANDRADE, M. L. V. X. de. Projeto performativo na prática arquitetônica recente: Estrutura Conceitual. 472 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.	Experimentação e transformação da forma arquitetônica a partir de dados e informações de modelo BIM

## APÊNDICE XXV – PROTOCOLO DA PESQUISA EXPERIMENTAL

### 1. INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas de projeto de arquitetura ocorre em ambiente de ateliê nos cursos de arquitetura, onde os estudantes desenvolvem atividades práticas, com o acompanhamento dos professores para orientações individuais ou “confessionário” (ARCIPRESTE, 2002). Pelas peculiaridades da disciplina, modelos pedagógicos tradicionais e utilizados em disciplinas teóricas não são necessariamente aplicáveis. Alvo de constante discussão por estudantes e professores, desde os anos 1980 no Brasil, autores como Mahfuz (1986), Comas (1986), Silva (1986), Oliveira (1986), Piñon (2006), Del Rio (2010), Kowaltowski et al. (2015), entre outros, questionam o processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura nos cursos de Arquitetura.

Foqué (2011) defende o ensino baseado em casos precedentes como fonte para a prática reflexiva e o desenvolvimento de estrutura teórica, estimula a aquisição de repertório arquitetônico e criação de um corpo de conhecimento pelo próprio estudante, o qual que será o ponto de partida para iniciar novos projetos. Essa exploração e investigação pode ser feita a partir de redesenho de edifícios, como proposto por Mahfuz (2009), para aquisição do conhecimento sobre aspectos específicos de um precedente arquitetônico.

Os estudantes podem analisar, comparar e selecionar informações relevantes de obras precedentes e usar na concepção de novos projetos (IBRAHIM; UTABERTA, 2012) ou na geração de conflitos cognitivos ao confrontar novas descobertas com conceitos pré-existentes, inspirando-os a refletir mais ativamente. A assimilação e acomodação no processo cognitivo ajuda os estudantes a aprender e pensar efetivamente e a desenvolver novas estruturas cognitivas a partir das existentes. Como resultado, os estudantes têm maior desenvolvimento da sua criatividade (WU; WENG, 2013).

O papel do professor é estimular, a partir de precedentes arquitetônicos, o desenvolvimento cognitivo do estudante na disciplina de projeto; inspirar o pensamento analítico para construção de esquemas mentais; descobrir conexões, similaridades e diferenças entre conhecimento existente e adquirido (WU; WENG, 2013), criar condições para usar o conhecimento e habilidades prévios e a entender e

relacionar com novos conhecimentos e não apenas transferir seu próprio conhecimento (UTABERTA; HASSANPOUR, 2012).

No entanto, a exposição de obras de precedente arquitetônico no método tradicional de análise, a partir de desenhos abstratos como plantas, cortes e elevações da arquitetura é pouco efetiva aos estudantes, devido à maior dificuldade em estabelecer uma correspondência entre as partes ou pela falta de entendimento geral (WU, 2016). A manipulação do objeto arquitetônico em um processo reflexivo com o apoio de ferramentas computacionais (CLARO; JORDÃO, 2014), é mais eficiente para a aquisição de conhecimentos.

Os dados e elementos arquitetônicos de edifícios precedentes podem ser representados em um modelo geométrico através de ferramentas BIM (*Building Information Modelling*) e que por sua vez, segundo Aksamija e Iordanova (2011) exerce um papel nas funções cognitivas na aprendizagem do projeto de arquitetura. Cada elemento é um repositório de informações que pode ser editado, analisado e manipulado (LING, 2015). Essa manipulação experimental e exploração reflexiva de elementos permite avaliar o seu potencial e compreender sintaxes compositivas e sua aplicabilidade em situações diversas. Portanto, um precedente arquitetônico representado em ferramentas BIM deixa de ser apenas como uma fonte de imagens, para se tornar um sistema complexo de ordens inter-relacionadas e de conhecimentos (COMAS, 1986).

O conhecimento arquitetônico está contido em um repertório de soluções criados ao longo da história. A investigação contínua e sistemática de problemas padrões promove a transmissão, transformação e crescimento desse saber arquitetônico (OLIVEIRA, 1986). A pesquisa sistematizada com uso de estruturas lógicas para representação e análise das soluções arquitetônicas aumenta a capacidade da aquisição desse conhecimento (SILVA, 1986).

As ferramentas BIM possibilitam elaborar diagramas que expressem a geometria e proporção ou semânticas emocionais e associativas do projeto ou explicitar elementos do edifício que são referências de precedentes históricos a partir do modelo BIM. Os diagramas ajudam o estudante a analisar diretamente as semânticas do projeto e assimilar melhor as intenções estéticas e expressivas do projeto, ou seja, o modelo BIM, além de repositório de conhecimento explícito (KENSEK; NOBLE, 2014), facilita a explicitação de conhecimentos como raciocínio e cognição espacial de senso comum e abstração visual-espacial (BHATT et al., 2014).

Ao dissecar um precedente arquitetônico a partir de um modelo BIM, podem ser descobertos elementos da arquitetura, ou vocabulário, que quando utilizados em situações diversas, produzem um outro significado. No campo da arquitetura, o vocabulário de um edifício, de forma reducionista, inclui seus pisos, paredes, forros, divisões, portas ou abstrações como uma massa conceitual, planos verticais e horizontais, elementos combinados, módulos ou um espaço vazio. No sistema generativo de projeto, cada elemento genérico é submetido a regras de composição para combinar de diferentes maneiras pelo projetista, que gerando uma série de alternativas similares mas distintos (AL-ASSAF; CLAYTON, 2017).

### 1.1. A QUESTÃO DO ESTUDO

Dentro deste contexto, este trabalho pretende responder ao seguinte problema de pesquisa: Qual a contribuição dos precedentes arquitetônicos modelados em ferramentas BIM no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de projeto de arquitetura?

## 2. SELEÇÃO DA AMOSTRA

Na matriz curricular do curso de Arquitetura e Urbanismo da UTFPR as disciplinas de Projeto de Arquitetura são semestrais e acontecem entre o 3º e 9º períodos do curso. À medida que o estudante é promovido e avança nas disciplinas de Projeto de Arquitetura, há aumento gradativo no grau de complexidade tanto do objeto arquitetônico a ser estudado e projetado, assim como na área de intervenção para inclusão deste objeto arquitetônico.

### 2.1. ESCOLHA DOS PARTICIPANTES NA PESQUISA

Para que os participantes possam contribuir com esta pesquisa, serão escolhidas as turmas das disciplinas de Projeto de Arquitetura 3 e 5 do primeiro e segundo semestre de 2019. Nestas duas disciplinas, os estudantes estarão em diferentes graus de maturidade e serão observados professores em diferentes níveis de experiência didática e de conhecimento arquitetônico



Os professores serão convidados a participar desta pesquisa antes do início do próximo semestre letivo. Serão apresentados os objetivos da pesquisa, resultados esperados, contribuições da pesquisa ao processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura e participação dos professores na pesquisa. Também será apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que posteriormente será encaminhado via e-mail, para que todos possam ler o conteúdo do documento mais detalhadamente e solicitar esclarecimentos ou tirar dúvidas sobre a pesquisa e sua participação, se necessário.

Os estudantes serão convidados pelo pesquisador a participar desta pesquisa em apresentação de 15 minutos na primeira semana letiva do 2º semestre de 2019. Na ocasião, serão apresentadas também informações contidas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após essa apresentação, o TCLE será encaminhado aos estudantes via e-mail, para que todos possam ler o conteúdo do documento mais detalhadamente e solicitar esclarecimentos ou tirar dúvidas sobre a pesquisa e sua participação, se necessário.

As disciplinas de Projeto de Arquitetura sempre têm dois professores por turma. Caso um professor da (s) disciplina (s) escolhida (s) não tenha interesse ou não concorde em participar da pesquisa, será solicitado à coordenação de curso a indicação de outro professor com formação e experiência similares e que esteja disponível no Curso o substitua durante as atividades de pesquisa. Caso ambos os professores da (s) disciplina (s) escolhida (s) não tenham interesse na participação, será escolhida outra disciplina de Projeto de Arquitetura do Curso para o desenvolvimento da pesquisa.

Os estudantes serão comunicados previamente sobre as atividades de pesquisa e interessados assinarão o TCLE, que será levado impresso pelo pesquisador, antes da aula em que ocorrerá a Atividade 1.

## 2.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os critérios de inclusão e exclusão de estudantes e professores valem para ambos os grupos que serão formados para esta pesquisa (ver item “b”. Formação de grupos para a pesquisa).

- **Inclusão:** estudantes matriculados nas turmas das disciplinas de Projeto de Arquitetura 3 e Projeto de Arquitetura 5 e respectivos professores do primeiro

e segundo semestre de 2019. Cada turma de disciplina de Projeto de Arquitetura é composta por até 44 estudantes e sempre dois professores, totalizando até 88 estudantes e quatro professores. Em relação ao número de participantes na pesquisa, espera-se adesão de no mínimo 70% dos estudantes matriculados e 100% dos professores nas turmas das duas disciplinas escolhidas. É assegurado aos participantes inteira liberdade de participar ou não da pesquisa, conforme Resolução nº466/2012, sem quaisquer represálias ou danos.

- **Exclusão:** não se aplica.

### 2.3. DESENHO DO ESTUDO EXPERIMENTAL

Os professores de ambos os grupos participarão, juntamente com o pesquisador, do Projeto, Desenvolvimento e Avaliação do Artefato. Serão três encontros de duas horas em horários cujos professores não estejam em aula.

Os estudantes e professores de ambos os grupos, simultaneamente, avaliarão o Artefato e o método Tradicional de Análise, respondendo aos mesmos questionários e entrevistas fornecidos pelo pesquisador.

Aos participantes do Grupo-Experimental, será oferecido pelo pesquisador treinamento em ferramentas BIM em horário cujos participantes já estejam nas instalações da UTFPR e que não coincida com os horários das aulas de outras disciplinas no Curso.

#### 2.3.1. Desenvolvimento das atividades de pesquisa nas disciplinas escolhidas

Para não prejudicar a programação das disciplinas escolhidas, as atividades acontecerão em duas aulas previstas no plano de aulas, quando os conteúdos relacionados a precedentes arquitetônicos estarão previstos, independente desta pesquisa. Nestas aulas, todos os estudantes irão frequentar normalmente, independente do grupo ao qual façam parte, para não perderem o conteúdo trabalhado pelos professores e o registro de presença na lista de frequência da disciplina matriculada.

Àqueles que não desejarem participar da pesquisa estarão dispensados de responderem aos questionários e entrevistas, que acontecem ao final de cada uma

dessas aulas. Conforme Resolução nº466/2012, é assegurada inteira liberdade de qualquer pessoa participar ou não da pesquisa, assim como, terá os direitos de deixar as atividades de pesquisa a qualquer momento e de receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa, e de recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento sem que haja penalização.

**a. Atividade 1** – para uma data programada no plano de aulas das disciplinas, cada professor irá preparar e ministrar uma aula de 50 minutos referente à análise de precedente arquitetônico escolhido para seu respectivo grupo e usando método ao qual foi atribuído.

**b. Atividade 2** – para outra data programada no plano de aulas das disciplinas, os estudantes irão estudar e preparar apresentação de 50 minutos sobre o precedente arquitetônico escolhido previamente pelos professores e pesquisador e apresentar ao grupo ao qual faz parte.

**c. Avaliações** - após cada uma das atividades, os estudantes e professores avaliarão o Artefato e o método Tradicional de Análise. O tempo estimado para responder o questionário será de 15 minutos. Após o questionário, na mesma aula, o mesmo professor da disciplina fará entrevista com os estudantes, usando técnicas do grupo focal para coletar respostas consensuais do seu grupo a partir da atividade. Essa entrevista terá duração de aproximadamente 15 minutos. Os professores de cada disciplina serão entrevistados pelo pesquisador separadamente dos estudantes, também usando técnicas do grupo focal, para coletar respostas consensuais sobre a atividade, cuja duração será de no máximo 15 minutos. No total, as avaliações para cada atividade terão duração de até 50 minutos.

### 3. COLETA DOS DADOS

O artefato será avaliado pela coleta do grau de compreensão dos aspectos dos edifícios, individualmente e dos grupos, sobre o estudo de precedentes de arquitetura. Os instrumentos usados para coleta de dados, formulados pelo pesquisador, foram um questionário, enviados via *Google Forms*, e entrevistas usando técnicas do grupo focal após cada atividade.

Neste método de pesquisa Mista, a coleta de dados terá início com estudo quantitativo seguido pelo qualitativo, combinando as técnicas para coleta e análise de

dados. Os dados quantitativos podem ser qualificados convertendo-os em narrativas que podem ser analisados qualitativamente ou quantificar dados qualitativos, convertendo em códigos numéricos para análise estatística.

Na tabulação estes dados serão organizados em categorias, grupos e subgrupos de questões; disciplinas, grupos de participantes, respostas corretas e atividades. Desta maneira, é possível fazer a contagem das respostas a cada questão, grupos de participantes, turmas participantes, subgrupo de questões e grupos de questões.

Os dados obtidos nos experimentos nos dois semestres de 2019 serão somados e a média aritmética simples será usada para a representação típica dos resultados obtidos, para fornecer descrição precisa do grupo como um todo e possibilitar o confronto entre os dois grupos participantes nos experimentos.

#### **4. LOCAL DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

As atividades de pesquisa acontecerão nas instalações do Curso de Arquitetura e Urbanismo localizadas no Bloco A da sede Ecoville da UTFPR, no endereço Rua Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000, na cidade de Curitiba. A coleta de dados das atividades nas disciplinas de projetos, será realizada nas salas EA205 (Laboratório de Computação), EA201 e EA204 (Ateliês de projeto). As demais atividades, exclusivamente com os professores participantes, acontecerão na sala dos professores do Curso.

#### **5. AVALIAÇÃO DOS RISCOS E BENEFÍCIOS**

##### **5.1. RISCOS:**

A pesquisa não causará danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer fase de uma pesquisa e dela decorrente. No entanto, tanto para participantes do Grupo-controle como do Grupo-Experimental, poderão ocorrer riscos como: aborrecimento com o tempo demandado para o desenvolvimento das atividades e avaliações, ou ainda, o constrangimento durante as entrevistas em grupo. Os participantes do Grupo-Experimental, poderão

ainda correr o risco de sofrer com insegurança na aplicação e avaliação do Artefato, pela necessidade da manipulação de modelos BIM de precedentes arquitetônicos.

Serão adotadas providências e cautelas para minimizar os riscos como: em relação ao aborrecimento para desenvolver as atividades e avaliações, será garantido que estas não demandarão tempo substancialmente maior dos participantes além das atividades regularmente programadas nas disciplinas; quanto ao constrangimento o entrevistador procederá as entrevistas em grupo como uma conversa informal com os participantes e permitindo que todos se expressem e deem sua opinião; e quanto à insegurança durante aplicação e avaliação do Artefato, os participantes que desejarem passarão por treinamento básico para operar a ferramenta BIM, oferecido pelo pesquisador, o suficiente para que seja possível desenvolver as atividades desta pesquisa.

## 5.2. BENEFÍCIOS:

Os participantes do Grupo-Experimental terão benefícios diretos resultantes da aplicação e avaliação do Artefato ao experimentar novos procedimentos na análise de precedentes arquitetônicos a partir de modelos BIM, tais como a diminuição das dificuldades no processo de ensino-aprendizagem em disciplinas de Projeto de Arquitetura e aquisição de maior repertório arquitetônico. Os participantes do Grupo-Controle serão beneficiados após a conclusão da pesquisa, ao ter acesso aos resultados compartilhados pelo pesquisador e ao Artefato proposto neste trabalho para aplicação em novos estudos de precedentes arquitetônicos.

## 5.3. RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO

As atividades de pesquisa acontecerão em horários em que os participantes estejam presentes na universidade, não ocasionando despesas extras com deslocamento ou alimentação para participar dessa pesquisa. No entanto, caso os participantes da pesquisa venham a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, têm direito à indenização e assistência integral por parte do pesquisador nas diferentes fases da pesquisa.

## ANEXO I – MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UTFPR

[illegible]

## ANEXO II – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UTFPR

UNIVERSIDADE  
TECNOLOGICA FEDERAL DO



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: BIM NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROJETO DE

Pesquisador: Armando Luis Yoshio Ito

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 06620818.7.0000.5547

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.453.655

#### Apresentação do Projeto:

De acordo com o pesquisador: Projeto de doutorado. BIM no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura.

#### Desenho:

Avaliações do artefato com sua aplicação nas aulas das disciplinas de Projeto de Arquitetura. O objetivo é verificar o desempenho do artefato no ambiente real e em profundidade, sem a interação do pesquisador durante a sua aplicação.

O artefato será um conjunto de procedimentos para usar precedentes arquitetônicos modelados em ferramentas BIM (ambiente interno projetado) e avaliar sua contribuição para diminuir as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas de Projeto de Arquitetura (ambiente externo).

Para analisar os resultados obtidos com a aplicação do Artefato, serão comparados aos resultados obtidos na avaliação do método Tradicional de Análise de precedentes arquitetônicos.

#### Grupos:

Cada turma da disciplina de Projeto de Arquitetura escolhida será dividida em dois grupos. O primeiro grupo, denominado de Grupo-experimental, participará desse estudo aplicando o Artefato, cujos precedentes arquitetônicos são modelados em ferramentas BIM. O segundo o

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br



Continuação do Parecer: 3.453.655

grupo, denominado Grupo-controle, fará a análise desses mesmos precedentes arquitetônicos, mas no método Tradicional de Análise, por meio de fotos e desenhos bidimensionais.

Participação na avaliação:

Os estudantes do grupo Experimental avaliarão o Artefato e os do Controle o método Tradicional de Análise, respondendo aos questionários e entrevistas.

Os professores de ambos os grupos participarão dos procedimentos de Desenvolvimento do Artefato juntamente com o pesquisador. E na fase da Avaliação, os professores do grupo Experimental avaliarão o Artefato e os do Controle o método Tradicional de Análise, respondendo a questionários e entrevistas.

Introdução:

O processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas de projeto de arquitetura ocorre em ambiente de ateliê nos cursos de arquitetura, onde os estudantes desenvolvem atividades práticas, com o acompanhamento dos professores para orientações individuais ou "confessionário" (ARCIPRESTE, 2002). Pelas peculiaridades da disciplina, modelos pedagógicos tradicionais e utilizados em disciplinas teóricas não são necessariamente aplicáveis. Alvo de constante discussão por estudantes e professores, desde os anos 1980 no Brasil, autores como Mahfuz (1986), Comas (1986), Silva (1986), Oliveira (1986), Piñon (2006), Del Rio (2010), Kowaltowski et al. (2015), entre outros, questionam o processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura nos cursos de Arquitetura. Enquanto a consolidação de ferramentas BIM (Building Information Modeling)

promovem profundas mudanças no processo de projetos e cursos de graduação discutem estratégias para a sua introdução no currículo, novas abordagens pedagógicas são exigidas no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura (CUNHA, 2016), (PÉREZ; PONS, 2015). 1.1. Ensino de projeto de arquitetura A projeção em arquitetura é vista pelos estudantes apenas como uma atividade intuitiva e resultado de um

"momento criador, subjetivo e individualista" (MAHFUZ, 2009), uma "caixa preta", um dispositivo do qual se desconhece o funcionamento (SILVA, 1986). Esse entendimento do "projetar" é resultado de métodos de ensino-aprendizagem de projeto consolidado nas escolas de arquitetura, baseado em orientações individuais ou "modelo confessionário", no ateliê (ARCIPRESTE, 2002). Os métodos de ensino-aprendizagem tradicionais não se

adequam à nova geração de estudantes, que esperam mais interatividade e respostas imediatas

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3185

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4424

E-mail: coep@utfpr.edu.br



Continuação do Parecer: 3.453.655

geometria e proporção ou semânticas emocionais e associativas do projeto ou explicitar elementos do edifício que são referências de precedentes históricos a partir do modelo BIM. Os diagramas ajudam o estudante a analisar

diretamente as semânticas do projeto e assimilar melhor as intenções estéticas e expressivas do projeto, ou seja, o modelo BIM, além de repositório de conhecimento explícito (KENSEK; NOBLE, 2014), facilita a explicitação de conhecimentos como

raciocínio e cognição espacial de senso comum e abstração visual-espacial (BHATT et al., 2014). 1.5. BIM no ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura Em levantamento realizado em pesquisas sobre a temática "ensino de BIM em cursos de graduação" no período de 2013 a 2018 no cenário brasileiro, foram encontrados 30 artigos e 9 teses e dissertações. Destes, apenas 2 artigos e uma tese abordam o ensino/aprendizagem de

projeto de arquitetura com apoio de BIM. As demais pesquisas têm como foco a modelagem, gestão, colaboração, implementação e aprendizado da ferramenta, entre outros tópicos. BIM está contribuindo também para renovar a prática da projeção da arquitetura tradicional, priorizando "formas de ver, pensar e criar durante o processo de projeto" que, por sua vez, aumentam a diversidade de soluções e resgatam a importância do pensar e tectônica da arquitetura e dedicar menos tempo na produção de desenhos abstratos (ANDRADE; RUSCHEL, 2011, p.436). Ao dissecar um precedente arquitetônico a partir de um modelo BIM, podem ser descobertos elementos da arquitetura, ou vocabulário, que quando utilizados em situações diversas, produzem um outro significado. No campo da arquitetura, o vocabulário de um edifício, de forma reducionista, inclui seus pisos, paredes, forros, divisões, portas ou abstrações como uma massa conceitual, planos verticais e horizontais, elementos combinados, módulos ou um espaço vazio. No sistema generativo de projeto, cada elemento genérico é submetido a regras de composição para combinar de diferentes maneiras pelo projetista, que gerando uma série de alternativas similares mas distintos (AL-ASSAF; CLAYTON, 2017). Dentro deste contexto, este trabalho pretende responder ao seguinte problema de pesquisa: Qual a contribuição dos precedentes arquitetônicos modelados em ferramentas BIM no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de projeto de arquitetura?

#### Metodologia Proposta:

Será utilizada a Design Science Research como método de pesquisa para gerar conhecimento pela construção e avaliação de artefatos. O artefato será um conjunto de procedimentos para usar precedentes arquitetônicos modelados em ferramentas BIM e avaliar sua contribuição para diminuir as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas de Projeto de

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4404

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 3.453.655

em sala de aula (PRENSKY, 2001), conteúdos que conectem com suas experiências anteriores e métodos de ensino mais inspiradores (VEEN; VRAKING, 2009). É uma geração que exige que professores explorem novas abordagens de ensino que estimulem e facilitem o aprendizado (BRANSFORD et al., 2007)

Na literatura são

encontradas diferentes estratégias, propostas para reformulação de currículos ou integração de disciplinas e até o uso de recursos computacionais para renovar o ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura, mas Santos (2008) vai além e defende que o estudante tenha mais autonomia no seu aprendizado e que aprenda a aprender. Silva (1986) propõe que a disciplina de projeto de arquitetura seja uma fonte de aquisição de repertório arquitetônico e não apenas onde o conhecimento de outras áreas se aplica. O repertório vem da arquitetura precedente, é formador do conhecimento arquitetônico e deve ser desenvolvido, ordenado e transmitido (OLIVEIRA, 1986). A manipulação da arquitetura precedente e transmissão do repertório não é recente e nem exclusiva do ensino pré e pós-moderno, mas as lições aprendidas com obras do passado servem como sugestões para ajudar no processo criativo (COMAS, 1986) e não para serem literalmente copiadas (MAHFUZ, 1986). 1.2. Estudo de obras precedentes para formação do repertório Foqué (2011) defende o ensino baseado em casos precedentes como fonte para a prática reflexiva e o desenvolvimento de estrutura teórica, estimula a aquisição de repertório arquitetônico e criação de um corpo de conhecimento pelo próprio

estudante, o qual que será o ponto de partida para iniciar novos projetos. Essa exploração e investigação pode ser feita a partir de redesenho de edifícios, como proposto por Mahfuz (2009), para aquisição do conhecimento sobre aspectos específicos de um precedente arquitetônico. Os estudantes podem analisar, comparar e selecionar informações relevantes de obras precedentes e usar na concepção de novos projetos (IBRAHIM; UTABERTA, 2012) ou na geração de conflitos cognitivos ao confrontar novas descobertas com conceitos pré-existentes, inspirando-os a refletir mais ativamente. A assimilação e acomodação no processo cognitivo ajuda os estudantes a aprender e pensar efetivamente e a desenvolver novas estruturas cognitivas a partir das existentes. Como resultado, os estudantes têm maior desenvolvimento da sua criatividade (WU; WENG, 2013). O papel do professor é estimular, a partir de precedentes arquitetônicos, o desenvolvimento cognitivo do estudante na disciplina de projeto; inspirar o pensamento analítico para construção de esquemas mentais; descobrir conexões, similaridades e diferenças entre conhecimento existente e adquirido (WU; WENG, 2013), criar condições para usar o conhecimento e habilidades prévios e a entender e relacionar com novos conhecimentos e não apenas transferir seu próprio conhecimento (UTABERTA; HASSANPOUR, 2012). No entanto, a exposição de obras de precedente

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br



arquitetônico no método tradicional de análise, a partir de desenhos abstratos como plantas, cortes e elevações da arquitetura é pouco efetiva aos estudantes, devido à maior dificuldade em estabelecer uma correspondência entre as partes ou pela falta de entendimento geral (WU, 2016). A manipulação do objeto arquitetônico em um processo reflexivo com o apoio de ferramentas computacionais (CLARO; JORDÃO, 2014), é mais eficiente para a aquisição de conhecimentos. Os dados e elementos arquitetônicos de edifícios precedentes podem ser representados em um modelo geométrico através de ferramentas BIM (Building Information Modelling) e que por sua vez, segundo Aksamija e Iordanova (2011) exerce um papel nas funções cognitivas na aprendizagem do projeto de arquitetura. Cada elemento é um repositório de informações que pode ser editado, analisado e manipulado (LING, 2015). Essa manipulação experimental e exploração reflexiva de elementos permite avaliar o seu potencial e compreender sintaxes compositivas e sua aplicabilidade em situações diversas. Portanto, um precedente arquitetônico representado em ferramentas BIM deixa de ser apenas como uma fonte de imagens, para se tornar um sistema complexo de ordens inter-relacionadas e de conhecimentos (COMAS, 1986).

1.3. BIM. Há diferenças no significado do acrônimo BIM conforme explicitado pelo NIBS, 2017). Enquanto no Reino Unido, Austrália e outros países, inclusive no Brasil, é relacionada à Modelagem da Informação da Construção - Building Information Modeling, nos Estados Unidos normalmente é relacionado ao Modelo da Informação da Construção - Building Information Model (SUCCAR et al. (2016): 1.3.1. Building Information Modeling – Modelagem da Informação da Construção. É o ato de criar um modelo digital de um edifício para visualização, análises, verificações, simulações, entre outros (NIBS, 2017). 1.3.2. Building Information Model – Modelo da Informação da Construção. Representação digital e funcional de características de um edifício para um propósito específico (NIBS, 2017), um repositório central com capacidade para armazenar informações, tanto gráficas como informacionais, características geométricas e relacionamentos topológicos entre componentes da construção, que podem ser adicionadas e extraídas (WEYGANT, 2011). Os componentes que constituem a construção são representações digitais inteligentes com semântica, associados a atributos gráficos e regras paramétricas (EASTMAN et al., 2011). 1.4. BIM na representação de obras precedentes. O conhecimento arquitetônico está contido em um repertório de soluções criados ao longo da história. A investigação contínua e sistemática de problemas padrões promove a transmissão, transformação e crescimento desse saber arquitetônico (OLIVEIRA, 1986). A pesquisa sistematizada com uso de estruturas lógicas para representação e análise das soluções arquitetônicas aumenta a capacidade da aquisição desse conhecimento (SILVA, 1986). As ferramentas BIM possibilitam elaborar diagramas que expressem a

Continuação do Parecer: 3.453.655

## Arquitetura.

**PARTICIPANTES NA PESQUISA:** a. Escolha dos participantes. Serão escolhidas as turmas das disciplinas de Projeto de Arquitetura 3 e 5 do 2º semestre de 2019. Os professores destas disciplinas serão convidados a participar desta pesquisa antes do início do semestre letivo e os estudantes serão convidados pelo pesquisador em apresentação de 15 minutos, na primeira semana letiva. b. Número de participantes. No total serão até 88 estudantes e quatro professores com adesão esperada de no mínimo 70% dos estudantes e 100% dos professores das disciplinas escolhidas. Professores que não concordem em participar da pesquisa serão substituídos por outros ou serão escolhidas outras disciplinas de Projeto de Arquitetura. c. Formação de grupos para a pesquisa. Cada turma escolhida será dividida em dois grupos, onde cada um será composto de 50% do total estudantes participantes e um professor. O Grupo-experimental aplicará o Artefato e o Grupo-controle analisará precedentes arquitetônicos pelo método Tradicional de Análise. A participação de cada grupo será independente da outra, mas desenvolverão atividades simultaneamente. d. Participação nos procedimentos da pesquisa. Os professores de ambos os grupos participarão, juntamente com o pesquisador, do Projeto, Desenvolvimento e Avaliação do Artefato. Serão três encontros de duas horas em horários cujos professores não estejam em aula. Os estudantes e professores de ambos os grupos, simultaneamente, avaliarão o Artefato e o método Tradicional de Análise, respondendo aos mesmos questionários e entrevistas fornecidos pelo pesquisador. Aos participantes do Grupo-Experimental, será oferecido pelo pesquisador treinamento em ferramentas BIM em horário cujos participantes já estejam nas instalações da UTFPR e que não coincida com os horários das aulas de outras disciplinas no Curso. e. Desenvolvimento das atividades de pesquisa nas disciplinas escolhidas. As atividades acontecerão em duas aulas previstas no plano de aulas de cada disciplina, quando os conteúdos relacionados a dois precedentes arquitetônicos escolhidos pelos professores de cada disciplina já seriam trabalhados. A qualquer momento, aqueles que não desejarem participar da pesquisa estarão dispensados de responderem aos questionários e entrevistas. Atividade 1—cada professor irá preparar e ministrar uma aula de 50 minutos referente à análise do primeiro precedente arquitetônico aplicando o método atribuído ao seu grupo. Atividade 2—os estudantes irão estudar, preparar apresentação de 50 minutos e apresentar o segundo precedente arquitetônico aplicando o método atribuído ao seu grupo. Avaliações—Após cada atividade os estudantes e professores

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br



# UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.453.655

avaliarão o desempenho do Artefato e do método Tradicional de Análise por meio de questionário, com tempo estimado de 15 minutos. Os professores farão entrevista do tipo grupo focal com seu grupo de estudantes, com tempo estimado de 15 minutos e os professores, por sua vez, serão entrevistados pelo pesquisador cuja duração será de no máximo 15 minutos. As atividades e avaliações dos grupos poderão ser registradas por meio de vídeo, fotografias digitais e áudio. Local da realização da pesquisa: As atividades de pesquisa acontecerão nas instalações do Curso de Arquitetura e Urbanismo localizadas no Bloco A da sede Ecoville da UTFPR, no endereço Rua Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000, na cidade de Curitiba. A coleta de dados das atividades nas disciplinas de projetos, será realizada nas salas EA205 (LabInfo), EA201 e EA204 (Ateliês). As demais atividades, exclusivamente com os professores participantes, acontecerão na sala dos professores do Curso.

## **Critério de Inclusão:**

Estudantes matriculados nas turmas das disciplinas de Projeto de Arquitetura 3 e Projeto de Arquitetura 5 e respectivos professores do segundo semestre de 2019. É assegurado aos participantes inteira liberdade de participar ou não da pesquisa, conforme Resolução nº466/2012, sem quaisquer represálias ou danos.

## **Critério de Exclusão:**

Não se aplica

## **Objetivo da Pesquisa:**

De acordo com o pesquisador:

## **Objetivo Primário:**

O objetivo desta pesquisa é avaliar o uso de precedentes arquitetônicos modelados em ferramentas BIM e conhecer o quanto contribuem para diminuir as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Projeto de Arquitetura.

## **Objetivo Secundário:**

a. Desenvolver artefato contendo procedimentos para estudo de precedentes arquitetônicos

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4404

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.453.655

modelados em ferramentas BIM.

b. Aplicar o artefato com a participação de estudantes e professores na disciplina de projeto de arquitetura em curso de arquitetura.

c. Avaliar a o artefato e conhecer as contribuições no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

De acordo com o pesquisador:

**Riscos:**

A pesquisa não causará danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer fase de uma pesquisa e dela decorrente. No entanto, tanto para participantes do Grupo-controle como do Grupo-Experimental, poderão ocorrer riscos como: aborrecimento com o tempo demandado para o desenvolvimento das atividades e avaliações, ou ainda, o constrangimento durante as entrevistas

em grupo. Os participantes do Grupo-Experimental, poderão ainda correr o risco de sofrer com insegurança na aplicação e avaliação do Artefato, pela necessidade da manipulação de modelos BIM de precedentes arquitetônicos. Serão adotadas providências e cautelas para minimizar os riscos como: em relação ao aborrecimento para desenvolver as atividades e avaliações, será garantido que estas não demandarão tempo substancialmente maior dos participantes além das atividades regularmente programadas nas disciplinas; quanto ao constrangimento o entrevistador procederá as entrevistas em grupo como uma conversa informal com os participantes e permitindo que todos se expressem e deem sua opinião; e quanto à insegurança durante aplicação e avaliação do Artefato, os participantes que desejarem passarão por treinamento básico para operar a ferramenta BIM, oferecido pelo pesquisador, o suficiente para que seja possível desenvolver as atividades desta pesquisa.

**Benefícios:**

Os participantes do Grupo-Experimental terão benefícios diretos resultantes da aplicação e avaliação do Artefato ao experimentar novos procedimentos na análise de precedentes arquitetônicos a partir de modelos BIM, tais como a diminuição das dificuldades no processo de ensino aprendizagem em disciplinas de Projeto de Arquitetura e aquisição de maior repertório arquitetônico. Os participantes do Grupo-Controle serão beneficiados após a conclusão da pesquisa, ao ter acesso aos resultados compartilhados pelo pesquisador e ao Artefato proposto

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 3.453.655

neste trabalho para aplicação em novos estudos de precedentes arquitetônicos.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto é relevante para a área de engenharia e arquitetura.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

A pesquisadora atendeu parcialmente os termos da Resolução no 466/12.

**Recomendações:**

3) No TERMO DE COMPROMISSO, DE CONFIDENCIALIDADE DE DADOS E ENVIO DO RELATÓRIO FINAL rever as frases:

"Bem como as fichas clínicas e/ outros documentos não serão identificados pelo nome, mas por um código."

– Neste projeto não tem ficha clínica.

"Os formulários: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, Termo de Assentimento Livre e Esclarecido e /ou Termo de Consentimento de Uso de Voz e Imagem, assinados pelos participantes serão mantidos pelo pesquisador em confidência estrita, juntos em um único arquivo."

– Neste projeto supõem-se que não há a participação de menores de idade, logo não há TALE. Deixar claro no critério de inclusão que são maiores de 18 anos. "Asseguramos que os participantes desta pesquisa receberão uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; Termo de Assentimento Livre e Esclarecido; e/ou Termo de Consentimento de Uso de Voz e Imagem, que poderá ser solicitada de volta no caso deste não mais desejar participar da pesquisa." – Retirar o TALE se for o caso.

NÃO ATENDIDO. Este item foi colocado como pendência em 30/06/2019

4) Esclarecer o que será feito com os estudantes e professores que não quiserem participar da pesquisa.

NÃO ATENDIDO. Este item foi colocado como pendência em 30/06/2019

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Telefone: (41)3310-4424

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br



Continuação do Parecer: 3.453.655

Encaminhar como NOTIFICAÇÃO os novos documentos corrigidos - TERMO DE COMPROMISSO, DE CONFIDENCIALIDADE DE DADOS E ENVIO DO RELATÓRIO FINAL e TCLEs esclarecendo o que será feito com os estudantes e professores que não quiserem participar da pesquisa.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

De acordo com o parecer de 14 de Junho de 2019:

1) O critério de inclusão e exclusão são diferentes para os dois grupos – estudantes e professores, bem como os riscos e benefícios.

ATENDIDO

2) O TCLE deve ser feito separadamente para cada grupo (estudantes e professores) sempre fazendo o convite para participar do projeto. O texto explicativo deve ser referente a atividade de cada grupo.

ATENDIDO

3) No TERMO DE COMPROMISSO, DE CONFIDENCIALIDADE DE DADOS E ENVIO DO RELATÓRIO FINAL rever as frases:

"Bem como as fichas clínicas e/ outros documentos não serão identificados pelo nome, mas por um código."  
– Neste projeto não tem ficha clínica.

"Os formulários: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, Termo de Assentimento Livre e Esclarecido e/ou Termo de Consentimento de Uso de Voz e Imagem, assinados pelos participantes serão mantidos pelo pesquisador em confidência estrita, juntos em um único arquivo." – Neste projeto supõem-se que não há a participação de menores de idade, logo não há TALE. Deixar claro no critério de inclusão que são maiores de 18 anos. "Asseguramos que os participantes desta pesquisa receberão uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; Termo de Assentimento Livre e Esclarecido; e/ou Termo de Consentimento de Uso de Voz e Imagem, que poderá ser solicitada de volta no caso deste não mais desejar participar da pesquisa." – Retirar o TALE se for o caso.

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br



UNIVERSIDADE  
TECNOLOGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.453.655

NÃO ATENDIDO. Este item foi colocado como pendência em 30/06/2019

4) Esclarecer o que será feito com os estudantes e professores que não quiserem participar da pesquisa.

NÃO ATENDIDO. Este item foi colocado como pendência em 30/06/2019

5) Uniformizar todos os documentos.

ATENDIDO

6) Rever cronograma para o início das atividades.

ATENDIDO

7) Sugere-se fazer uma consulta com um membro do CEP.

ATENDIDO

---

De acordo com o parecer de 10 de Maio de 2019:

1) Foi descrito na Metodologia da Plataforma Brasil e no projeto as etapas que o pesquisador terá para o projeto, desenvolvimento e avaliação do artefato. No entanto, é necessário descrever e detalhar, tanto na Plataforma Brasil quanto no Projeto, de que forma os participantes participarão dos procedimentos da pesquisa em questão. Assim como, informações de local onde os procedimentos serão realizados, tempo de procedimentos, etc. PARCIALMENTE ATENDIDO – deve estar igual em todos os documentos.

Esclarecer o tempo dos procedimentos (entrevista – áudio – no TCLE está “O tempo da entrevista terá duração de aproximadamente 15 minutos”) e definir o que será feito com os estudantes que não quiserem participar da pesquisa.

Também deverá ser esclarecido se esta atividade será durante todo o semestre ou parte do mesmo, além da forma de coleta de dados, pois isto interfere no planejamento de aulas e se for alterar o andamento da disciplina deverá haver a concordância da Coordenação do Curso.

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 3.453.655

#### ATENDIDO NESTA VERSÃO

Enviar o "print das telas" de como será feito o envio dos questionários via internet (Google Forms). Quando feito TCLE online, o(a) pesquisador(a) deverá informar que o participante da pesquisa deve imprimir ou copiar a página do aceite do TCLE para ter o documento em mãos e assim poder assegurar seus direitos quanto à participação na pesquisa, uma vez que não haverá via impressa disponibilizada pelos pesquisadores aos participantes. Todas as informações deverão constar no e-mail encaminhado aos participantes da pesquisa, inclusive o TCLE antes do instrumento de coleta de dados.

ATENDIDO NESTA VERSÃO - TCLE será disponibilizado pessoalmente.

De acordo com o projeto completo: "Os estudantes do grupo Experimental avaliarão o Artefato e os do Controle o método Tradicional de Análise, respondendo aos mesmos questionários e entrevistas e em dois momentos diferentes. Primeiro, após uma aula de análise de precedente arquitetônico ministrada pelo professor ao seu respectivo grupo. E outro, em outro dia, após cada grupo analisar outro precedente arquitetônico fornecido pelos professores e apresentar seus entendimentos sobre a obra analisada para seu próprio grupo. Para estes procedimentos, serão necessários dois encontros de 2 horas cada, que acontecerão nas aulas programadas nos planos de aulas de cada disciplina de Projeto de Arquitetura." As informações relevantes devem estar completas na Plataforma Brasil.

Ainda no projeto completo consta: "Os professores de ambos os grupos participarão dos procedimentos de Desenvolvimento do Artefato juntamente com o pesquisador, em dois encontros de 2 horas. Na fase da Avaliação do Artefato e do método Tradicional de Análise, responderão aos mesmos questionários e entrevistas, em dois momentos distintos. Primeiro, após ministrar uma aula de análise de precedente arquitetônico aos estudantes de seu respectivo grupo. E outro, em outro dia, após os estudantes de cada grupo analisarem e apresentarem a análise de outro precedente arquitetônico para seu próprio grupo. E para os procedimentos de Avaliação do Artefato, serão necessários dois encontros de 2 horas cada, que acontecerão nas aulas programadas nos planos de aulas de cada disciplina de Projeto de Arquitetura. Tanto os estudantes como professores pertencentes ao Grupo Experimental, poderão necessitar de encontros adicionais para treinamento rápido em ferramentas BIM, para manipulação de modelos de precedentes arquitetônicos. O pesquisador estará à disposição em datas e horários que sejam de comum acordo entre os participantes e pesquisador."

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Telefone: (41)3310-4424

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br



# UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.453.655

UNIFORMIZAR OS TEXTOS EM TODOS OS DOCUMENTOS NO QUE SE REFERE A METODOLOGIA, INFORMAÇÕES DA COLETA DE DADOS PARA CADA GRUPO, ETC.  
ATENDIDO NESTA VERSÃO

2) Deixar claro na Plataforma Brasil, no Projeto e no TCLE como os participantes serão escolhidos para compor o grupo experimental e controle. PARCIALMENTE ATENDIDO.

Só está definido no Projeto Completo. "A escolha do grupo ao qual cada estudante e professor fará parte ficará a critério dos participantes, a ser decidida após a explanação dos propósitos da pesquisa aos estudantes."

ATENDIDO NESTA VERSÃO

3) Corrigir o item critérios de exclusão apresentado apenas no TCLE, pois nesse item sugere-se apenas considerar as pessoas que foram incluídas no projeto e destacar os motivos que fariam com que as mesmas não pudessem participar da referida pesquisa. PARCIALMENTE ATENDIDO

Rever critério de inclusão e exclusão. Deve-se definir quais turmas serão abordadas (qual o público esperado, inclusive a seleção dos professores).

No projeto completo consta: "Projeto de Arquitetura 3 e 5 nos dois semestres de 2019, totalizando 4 turmas. Nestas duas disciplinas, os estudantes estão em diferentes graus de maturidade e professores em diferentes níveis de experiência didática e de conhecimento arquitetônico." No critério de exclusão, o estudante tem o direito de não participar da pesquisa (resolução 466-2012), portanto rever. Verificar o critério de exclusão para professores. Verificar se os critérios são os mesmos para cada grupo.

Lembrar de fazer as alterações nos TCLEs.

PARCIALMENTE ATENDIDO NESTA VERSÃO

4) Descrever os critérios de inclusão e exclusão na Plataforma Brasil e no Projeto.

PARCIALMENTE ATENDIDO

Esclarecer os riscos e benefícios (estão iguais) e adicionar a minimização dos riscos mesmo que seja apenas o constrangimento. Verificar se os riscos e benefícios são os mesmos para cada grupo. Lembrar de fazer as alterações nos TCLEs. No projeto completo está "Os benefícios resultantes desta pesquisa atenderão às inquietações de

estudantes e professores, trazendo contribuições para diminuir as dificuldades no processo de ensino aprendizagem em disciplinas de Projeto de Arquitetura e o desenvolvimento de novos

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.453.655

conhecimentos nessa temática."

PARCIALMENTE ATENDIDO NESTA VERSÃO

5) Acrescentar a descrição dos riscos apresentados na Plataforma Brasil e no TCLE "Os apenas a um pequeno constrangimento ..." no projeto. ATENDIDO, PORÉM REVER.

PARCIALMENTE ATENDIDO NESTA VERSÃO

6) O Termo de consentimento para uso de imagem e som de voz (TCUISV) foi acrescentado ao TCLE. No entanto, é preciso deixar claro na metodologia da Plataforma Brasil, no Projeto e no TCLE que serão coletados dados através de vídeo e áudio do participante. PARCIALMENTE ATENDIDO, foi colocado apenas AUDIO na Plataforma e Projeto, entretanto no TCLE consta "As fotografias e gravações de áudio ficarão sob a propriedade e guarda do pesquisador deste estudo."

ATENDIDO NESTA VERSÃO

7) Rever a indenização segundo a resolução 466-2012. Esta não se refere apenas a danos materiais.

ATENDIDO NESTA VERSÃO

8) Sugere-se incluir o orientador na Plataforma Brasil e no TCLE.

ATENDIDO NESTA VERSÃO

9) Todas as alterações devem ser feitas em TODOS os documentos.

ATENDIDO NESTA VERSÃO

10) mandar carta resposta apontando a solução de cada recomendação. ATENDIDO NESTA VERSÃO

11) Rever cronograma.

ATENDIDO NESTA VERSÃO

De acordo com o parecer de 18 de Fevereiro de 2019:

1) Foi descrito na Metodologia da Plataforma Brasil e no projeto as etapas que o projeto, desenvolvimento e avaliação do artefato. No entanto, é necessário descrever e detalhar,

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utpr.edu.br



# UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.453.655

tanto na Plataforma Brasil quanto no Projeto, de que forma os participantes participarão dos procedimentos da pesquisa em questão. Assim como, procedimentos, etc. PARCIALMENTE ATENDIDO

2) No TCLE consta que o participante responderá a três questionários correspondentes a atividades. Estes questionários devem ser anexados ao final do projeto e em um arquivo separado na Plataforma Brasil. ATENDIDO

3) Na plataforma Brasil foi declarado um número de 70 participantes para esta pesquisa. Na divisão dos grupos consta que 66 participantes serão estudantes e 4 serão professores e que todos os participantes farão a manipulação de modelos BIN. No entanto, no TCLE está descrito que os participantes serão divididos em dois grupos: grupo experimental (nova abordagem do processo de ensino-aprendizagem) e grupo controle (método tradicional). Deixar claro na Plataforma Brasil, no Projeto e no TCLE quais grupos serão divididos os participantes da pesquisa, bem como a intervenção que cada grupo irá realizar para os estudantes e para os professores. Sugere-se elaborar dois TCLEs um para o grupo experimental e outro para o grupo controle. ATENDIDO

4) Deixar claro na Plataforma Brasil, no Projeto e no TCLE como os participantes serão escolhidos para compor o grupo experimental e controle. PARCIALMENTE ATENDIDO. Só está definido no Projeto Completo.

5) No Cronograma da Plataforma Brasil e do projeto constam que a etapa de desenvolvimento do Artefato será realizada pelo pesquisador e pelos professores. No entanto, no TCLE está descrito que os professores convidados a participar da pesquisa irão conhecer e testar uma nova abordagem no processo de ensino-aprendizado. Deixar claro se os professores desenvolverão o artefato, ou se irão apenas testar o artefato. Essa informação deve estar clara na Plataforma Brasil, no Projeto e no TCLE. Caso o professor tenha atividades diferentes em relação aos estudantes é necessário um TCLE distinto com a descrição do procedimento. ATENDIDO

6) Os objetivos apresentados no Projeto e na Plataforma Brasil estão diferentes dos objetivos descritos no TCLE, deixar as informações uniformes. ATENDIDO

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Telefone: (41)3310-4404

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.453.655

7) Corrigir o item critérios de exclusão apresentado apenas no TCLE, pois nesse item sugere-se apenas considerar as pessoas que foram incluídas no projeto e destacar os motivos que fariam com que as mesmas não pudessem participar da referida pesquisa. PARCIALMENTE ATENDIDO

8) Descrever os critérios de inclusão e exclusão na Plataforma Brasil e no Projeto.  
ATENDIDO

9) Acrescentar a descrição dos riscos apresentados na Plataforma Brasil e no TCLE "Os riscos se limitam apenas a um pequeno constrangimento ..." no projeto. ATENDIDO, PORÉM REVER.

10) O Termo de consentimento para uso de imagem e som de voz (TCUISV) foi acrescentado ao TCLE. No entanto, é preciso deixar claro na metodologia da Plataforma Brasil, no coletados dados através de vídeo e áudio do participante. PARCIALMENTE ATENDIDO, foi colocado apenas AUDIO na Plataforma e Projeto, entretanto no TCLE consta "As fotografias e gravações de áudio ficarão sob a propriedade e guarda do pesquisador deste estudo."

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução CNS nº 466 de 2012 e da Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-UTFPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

**UNIVERSIDADE  
TECNOLOGICA FEDERAL DO**



Continuação do Parecer: 3.453.655

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1225918.pdf	01/07/2019 14:53:50		Aceito
Outros	Carta_Resposta_Parecer_10052019_V3.pdf	27/06/2019 17:05:19	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	05_TCLE_V4_Professor.docx	27/06/2019 17:04:15	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	05_TCLE_V4_Estudante.docx	27/06/2019 17:04:06	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetodepesquisa_V8.pdf	27/06/2019 17:02:30	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_V2_Assinatura.pdf	27/06/2019 16:59:10	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
Outros	2019_Pesquisa_Estudantes_Precedentes_Arquiteticos_V2_Formularios_Google.pdf	31/05/2019 09:03:55	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
Outros	2019_Pesquisa_Professores_Precedentes_Arquiteticos_V2_Formularios_Google.pdf	31/05/2019 09:01:17	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
Outros	Entrevista_Professores.pdf	16/03/2019 23:56:06	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
Outros	Entrevista_Estudantes.pdf	16/03/2019 23:55:43	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
Outros	01_Termo_Compromisso.pdf	06/11/2018 21:59:09	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
Outros	00_Checklist.pdf	06/11/2018 21:58:15	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito
Outros	04_Concordancia_laboratorios.pdf	06/11/2018 21:57:32	Armando Luis Yoshio Ito	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br



UNIVERSIDADE  
TECNOLOGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.453.655

CURITIBA, 14 de Julho de 2019

---

Assinado por:  
Frieda Saicla Barros  
(Coordenador(a))

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br